Die

Branntweinbrennerei

wissenschaftlich begründet und practisch dargestellt

von

Carl J. N. Balling,

ordentlichen Professor der allgemeinen und angewandten technischen Chemie, dann Bibliothekar an der landständischen technischen Lehranstalt in Prag; Inhaber der k. k. österreichischen großen goldenen Medaille für Wissenschaften und Künste, correspondirendes Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften und ordentliches Mitglied der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften; Ehrenmitglied des landwirthschaftlichen Vereins im Königreiche Baiern, der ökonomischen Gesellschaft im Königreiche Sachsen und des Apotheker-Vereins in Norddeutschland; wirkendes und Ausschuß-Mitglied der k. k. patriotisch-ökonomischen Gesellschaft in Böhmen, wirkliches Mitglied der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft in Wien, und der k. k. mährisch-schlesischen Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde, wirkendes Mitglied und Geschäftsleiter des Vereins zur Ermunterung des Gewerbsgeistes in Böhmen, dann correspondirendes Mitglied der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft in Steiermark und der kais. russischen freien ökonomischen Gesellschaft zu Sct. Petersburg &c. &c.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.

I. Theil.

Mit 11 Tabellen und 3 Kupfertafeln.

Prag, 1854.

Verlag der J. G. Calve'schen Buchhandlung.

Friedrich Tempsky.

Druck von K. Gezrabek, Ursulinergasse Nr. 140 — II.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die, im Jahre 1845 erschienene, ziemlich starke erste Auflage dieses Werkes, war schon seit Anfang dieses Jahres nicht mehr vollständig zu haben. Die Verlagshandlung ersuchte mich daher, schon vor geraumer Zeit um eine Revision sämmtlicher Bände zum Behufe der neuen Auflage. Ich war dazu um so lieber bereit, da die Verbreitung, welche dieses Werk gefunden hat, so wie der Beifall, welcher mir von vielen Seiten darüber ausgesprochen wurde, mir Bürge ist, daß mein Streben, die Gewerbe der Gährungschemie mehr auf eine wissenschaftliche Basis zu stellen, und ihnen dadurch nützlich zu werden, kein vergebliches war.

Mein Werk hat vielfach Eingang bei den Gewerbtreibenden gefunden; von mehreren derselben wurde jedoch der Vorwurf erhoben, daß es zu wissenschaftlich und Manches darin ihnen nicht verständlich sei. Wenn nun auch Einige von ihnen nicht sogleich Alles was es bietet verstehen, so können sie doch vieles andere Nützliche daraus auffassen, und wegen des ersteren Umstandes kann wohl dem Verfasser kein Vorwurf gemacht werden; es würde daraus höchstens gefolgert werden können, daß die betreffenden Gewerbtreibenden sich bestreben mögen, noch nachträglich jene wenigen Kenntniße zu erwerben, welche zum Verstehen desselben nothwendig sind.

Dieses Werk hat nämlich, wie schon der Titel besagt, den Zweck, die Gährungsgewerbe mehr als bisher geschah, wissenschaftlich zu begründen. Die Wissenschaft läßt sich aber nicht auch in einer dem Uneingeweihten faßlichen Sprache vortragen, und wenn ich dahin strebe, die Gewerbtreibenden so wie die Interessenten der bezüglichen Gährungsgewerbe auf eine höhere Stuffe der Erkenntniß zu erheben, so mag darin wohl kein Vorwurf für mich liegen.

Die gegenwärtig erscheinende zweite Auflage der Gährungschemie ist bedeutend vermehrt und verbessert, zugleich hat das Werk eine andere Eintheilung erhalten.

In ersterer Beziehung wurden nicht nur die Zusätze aus dem 4. Bande der ersten Auflage gehörigen Ortes in die Bände der zweiten Auflage eingeschaltet, sondern es wurde auch noch mehreres Neue aufgenommen. Einige Absätze sind ganz umgearbeitet worden, wie dieß die Fortschritte der Wissenschaft und gemachte neue Erfahrungen erheischten. Ich kann hiernach mit Grund annehmen, daß das Werk in der zweiten Auflage seiner Vervollkommung wesentlich entgegengegangen sei. Vollkommen konnte der behandelte Gegenstand aber auch hier noch nicht erschöpft werden, weil die Wissenschaft noch mehrere Punkte, namentlich über die Hefe und deren Bildung, dann über den Gährproceß u. m. A. aufzuklären hat, eine Kenntniß, die wir erst von der Zukunft erwarten können.

Die Attenuationslehre, ohne welche eine richtige Verständigung über Gährproceße gar nicht möglich ist, wurde ansehnlich erweitert, so wie vollständig und im Zusammenhange abgehandelt. Sie steht nun als eine abgerundete Doctrin da, die einen wesentlich integrirenden Theil eine Hilfswissenschaft der Gährungschemie ausmacht. Ihr Studium und ihre Auffassung ist bei dem gegenwärtigen Standpuncte der Wissenschaft und Praxis der Gährungs-

gewerbe dem Zymotechniker durchaus nothwendig. Nur durch sie kann er eine klare Einsicht in die von ihm unternommenen Proceße und erzielten Erfolge gewinnen.

Nachdem in Österreich neuester Zeit sowohl der Besteuerungsmodus als auch der Besteuerungsmaßstab der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei theilweise geändert worden sind, wurde darauf in dieser zweiten Auflage bei Abfassung der betreffenden Absätze bereits Rücksicht genommen.

Die Anleitung zur Untersuchung der geistigen Getränke und gegohrenen geistigen Flüßigkeiten wurde vervollständigt und die Berechnungen der Resultate bei Bierprüfungen dadurch besonders vereinfacht und erleichtert, daß zur Ersparung der Vielen zu umständlichen Rechnung Tabellen entworfen und beigegeben wurden, mit deren Hilfe die gesuchten Resultate theils unmittelbar, theils durch bloße Addition gefunden werden. Die Bierprüfung hat gegenwärtig eine um so größere Wichtigkeit erlangt, weil das neue Bierbesteuerungsgesetz vom 15. December 1852 ein Minimum der Qualität des Bieres in dem Extractgehalte der Würze festsetzt, woraus das Bier erzeugt sein soll, und worauf es sich bei der Prüfung desselben zurückführen lassen muß.

Die Rubriken, welche die financielle und stattswirthschaftliche Seite dieser Gewerbe betreffen, habe ich auch in dieser Auflage beibehalten. Ich halte es nämlich für Pflicht, daß der Lehrer der zymotechnischen Gewerbe, welcher bemüht ist, den Betrieb derselben und die Beurtheilung der durch sie erzeugten Producte auf Grundsätze zurückzuführen, auch das Publikum, die Gewerbsbesitzer und die Staatsverwaltung aufkläre, und ihnen den Weg so wie die Mittel angebe, auf welchem und womit sie ihre Zwecke zu erreichen vermögen. Durch die Einführung des Sacharometers und die der darauf basirten Attenuationslehre in die Gährungschemie, ist eine physicalisch-mathematische Basis dafür gewonnen und der Maßstab zur Be-

urtheilung der zymotechnischen Proceße und Producte gefunden worden.

Mein Werk soll demnach nicht blos den ausübenden Gewerbtreibenden nützen; es soll auch den politischen Beamten, den Finanzbeamten und den Staatsmännern zur Aufklärung dienen und ihnen zeigen, aus welchen Gesichtspunkten sie diese Gewerbe so wie ihre Producte zu beurtheilen haben.

Die Rubriken über die Untersuchungen der geistigen Getränke, über die auf technische und wissenschaftliche Grundsätze basirte Besteuerung derselben, dann die statistischen Nachweisungen über die Größe ihrer Erzeugung in Europa sind für diesen Zweck mit bestimmt.

In der anderen Beziehung hat das Werk in der zweiten Auflage eine Eintheilung erhalten, wodurch die Anschaffung desselben den Gewerbtreibenden erleichtert wird.

Die erste Auflage dieses Werkes war nämlich so im Zusammenhange abgefaßt, daß die späteren Bände ohne den vorhergehenden nicht vollkommen verstanden werden konnten, weil sich die späteren Bände immer auf die früheren bezogen. So ist der dritte Band der Gährungschemie, welcher den speciellen Titel „die Branntweinbrennerei" führt, als solche sehr unvollständig, weil die Lehre von den zur Branntweinerzeugung verwendeten Materialien und vom Malzungsproceß im 2. Bande, dann die Vorbereitungslehre, worin die Lehre vom Alkohol und die Alkoholometrie vorkommen, so wie die allgemeine Gährungschemie mit der Attenuationslehre im 1. Bande enthalten sind.

Der Branntweinbrenner mußte also alle drei Bände kaufen, um das Werk über sein Gewerbe vollständig zu haben, und dabei im 1. Bande die Weinbereitung, im 2. Bande die Bierbrauerei, die er nicht bedurfte, mit in den Kauf nehmen.

Durch die angezeigte veränderte Eintheilung der zweiten Auflage ist diesem Übelstande abgeholfen worden.

Der allgemeine Titel für dieses Werk „die Gährungschemie“ 2c. wurde auch in der zweiten Auflage beibehalten; die zu behandelnden Gegenstände wurden aber in die einzelnen Bände so vertheilt, daß Jedermann nun jeden besondern Zweig der Gährungschemie vollständig und abgesondert beziehen kann, ohne etwas ihm Fremdes mitnehmen zu müssen.

Seit dem Erscheinen der 1. Auflage meines Werkes im Jahre 1845 sind viele Schriften über zymotechnische Gewerbe und einzelne Theile derselben erschienen. Manche haben mehr oder weniger aus meinem Werke geschöpft, oder es läßt sich genau nachweisen, daß dasselbe wenigstens Einfluß auf die Abfassung derselben genommen hat. Was ich in meinem Werke offen biete, wird von Anderen mitunter nicht ohne Geheimthuerei behandelt und zum Gegenstande von Speculationen gemacht; was ich empfehle wird nun auch von Anderen, wenn gleich in einer scheinbar veränderten Form empfohlen.

Mir ist es im Wesentlichen einerlei, in welcher Art das Gute sich Bahn bricht, wenn es nur endlich erzielt wird, und aus welcher Quelle es geflossen, wird sich am Ende auch nicht verkennen lassen.

Und so übergebe ich getrost diese zweite Auflage der Gährungschemie in die Hände des sachverständigen Publikums und kann nur die Versicherung wiederholt beifügen, daß mein Streben dabei kein anderes ist, als die zymotechnischen Gewerbe auf jene Stuffe der Vollkommenheit zu bringen, deren sie fähig sind.

Prag im September 1853.

Der Verfasser.

Durch die angezeigte veränderte Eintheilung der zweiten Auflage ist diesem Uebelstande abgeholfen worden.

Der allgemeine Titel für dieses Werk, die „Gährungschemie" ec. wurde auch in der zweiten Auflage beibehalten; die zu behandelnden Gegenstände wurden aber in die einzelnen Bände so vertheilt, daß Jedermann nun jeden besonderen Zweig der Gährungschemie vollständig und abgesondert beziehen kann, ohne etwas ihm Fremdes mitnehmen zu müssen.

Seit dem Erscheinen der 1. Auflage meines Werkes im Jahre 1845 sind viele Schriften über zymotechnische Gewerbe und einzelne Theile derselben erschienen. Manche haben mehr oder weniger aus meinem Werke geschöpft, oder es läßt sich genau nachweisen, daß dasselbe wenigstens Einfluß auf die Abfassung derselben genommen hat. Was ich in meinem Werke offen biete, wird von Anderen mitunter nicht ohne Geheimthuerei behandelt und zum Gegenstande von Speculationen gemacht; was ich empfehle wird nun auch von Anderen, wenn gleich in einer scheinbar veränderten Form empfohlen.

Mir ist es im Wesentlichen einerlei, in welcher Art das Gute sich Bahn bricht, wenn es nur endlich erzielt wird, und aus welcher Quelle es geschehen, wird sich am Ende auch nicht verkennen lassen.

Und so übergebe ich getrost diese zweite Auflage der Gährungschemie in die Hände des sachverständigen Publikums und kann mir die Versicherung wiederholt beifügen, daß mein Streben dabei kein anderes ist, als die zymotechnischen Gewerbe, auf jene Stufe der Vollkommenheit zu bringen, deren sie fähig sind.

Prag im September 1853.

Der Verfasser.

Inhalt des ersten Bandes I. Theil.

I. Abtheilung.

Einleitung und Vorbereitungslehre.

II. Abtheilung.

Allgemeine Gährungschemie.

III. Abtheilung.

Materialien-Lehre.

Erste Abtheilung.

Einleitung und Vorbereitungslehre.

Mit Tabellen und Tafeln.

Die technisch-wissenschaftliche Begründung der Gewerbe und die Zurückführung des Verfahrens auf feste Grundsätze sind dasjenige, was heutzutage im Gewerbsbetriebe noch häufig fehlt, und obwohl Erfahrung und Wissenschaft rasch vorschreiten, finden sie doch nur langsam Eingang in den Betrieb und Geist derselben, woran nebst dem Hang an das Gewohnte zum Theil die im Ganzen noch geringe wissenschaftliche Bildungsstufe der Mehrzahl der Gewerbtreibenden und anderntheils aber auch der Umstand Schuld ist, daß ihnen unter diesen Verhältnissen die Fortschritte der Wissenschaft nicht in einer ihnen faßlichen und verständlichen Art mitgetheilt werden können. Derlei Mittheilungen gehen oft von Personen aus, die keine vollendete gründliche Kenntniß des Gegenstandes besitzen, sind daher entweder mangelhaft oder gar unbrauchbar, und erregen deßhalb nur Mißtrauen gegen die Wissenschaft. Ich habe auf diese Thatsache bei Recensionen neu erschienener Werke in unserer Gewerbsliteratur schon mehrmals hingewiesen. Der wohlthätige Einfluß der Wissenschaft auf die Gewerbe wird dadurch nur gehindert, keineswegs gefördert.

Zu den vorstehend gemeinten Gewerben gehören auch jene der Gährungschemie, nämlich die Weinbereitung, die Bierbrauerei, die Branntweinbrennerei und die Hefenerzeugung, deren Studium und technisch-wissenschaftliche Begründung in allen ihren Einzelheiten ich mir schon seit einer Reihe von Jahren zum Gegenstande einer Aufgabe gemacht habe, zu deren Lösung zahlreiche Versuche im Größern angestellt wurden, wobei ich Gelegenheit hatte, eine Menge interessanter Beobachtungen zu machen, und vielfache Beiträge hierzu zu sammeln. Wir besitzen

zwar viele schätzbare ältere und neuere Werke über die genannten Gewerbe von theils sehr achtbaren Verfassern; es finden sich darin viele sehr werthvolle Erfahrungen aufgezeichnet, das Verfahren auch mitunter wissenschaftlich begründet; aber sehr häufig mußte ich, darin Belehrung suchend, diese Werke unbefriedigt aus der Hand legen, und es blieb mir nichts Anderes übrig, als darüber selbst jene Versuche im Größern anzustellen, um mein Streben nach Erforschung der Wahrheit und nach richtiger Erkenntniß zu befriedigen. Ich habe, da ich mit meinen Versuchen so ziemlich zu Ende bin, die Zeit des laufenden Jahres benützt, um meine dießfälligen Erfahrungen — zu einem Ganzen vereinigt, eine möglichst vollkommene technisch-wissenschaftliche Begründung dieser Gewerbe bildend — dem sachverständigen Publicum vorzulegen. Wenn man auf die letzten Grundursachen zurückgeht, so stößt man immer auf Zahlenverhältnisse, welche sich als absolute und specifische Schwere — Gehalt an nutzbarer Substanz oder an gewissen nutzbaren Bestandtheilen, Zeitverlauf, Wärmegehalt und Temperatur &c. — zu erkennen geben. Auf diese Zahlenverhältnisse habe ich Alles zurückgeführt. Ich kann dem Zymotechniker den fleißigen Gebrauch von Wage und Gewicht zur Bestimmung des absoluten Gewichtes der Maßeinheiten der von ihm verarbeiteten und verwendeten Substanzen — Getreide, Malz, Kartoffeln, Brennstoff —, die stete Beobachtung des Zeitverlaufes während der Ausführung seiner Processe, die Erforschung des Gehaltes an nutzbarer Substanz der von ihm erzeugten und bearbeiteten Flüssigkeiten, so wie endlich die Beobachtung der Temperatur — überhaupt die stete Ermittelung der Quantitäten und Qualitäten — nicht dringend genug empfehlen. Er wird bei Beachtung alles dessen das Vergnügen empfinden, nicht nur jeden Augenblick Rechenschaft geben zu können von dem, was bei seinen Processen, die er unternimmt, vorgeht, sondern er wird dadurch die Leitung derselben in seine Gewalt bekommen und sich des besten Erfolgs im Voraus versichern können.

Es ist, wie in Vorstehendem gezeigt wurde, schwer, ja unmöglich, dem bloßen Empiriker ebenso zu genügen wie dem wissenschaftlich Gebildeten. Ich habe zwar im Verfolge die vorgenannten Gegenstände nicht nur wissenschaftlich, sondern auch soviel möglich praktisch behandelt, um beide zu befriedigen. Die Wissenschaft läßt sich aber, trotz alles Strebens neuerer Zeit

zur sogenannten populären Darstellung derselben, nicht in einer auch dem Uneingeweihten faßlichen Sprache vortragen, sondern setzt stets eine gewisse dazu erforderliche Bildung voraus. Wenn daher in Folgendem nicht Alles so gemeinverständlich gemacht werden konnte, als dieß zur Auffassung für die meist noch sehr mangelhafte wissenschaftliche Bildung der Gewerbtreibenden nothwendig wäre, so liegt die Entschuldigung dafür in dem eben erwähnten Umstande, und es mögen hierin die Gewerbtreibenden eine Aufforderung finden, sich mehre wissenschaftliche Kenntnisse anzueignen um mit deren Hilfe aus dem Dunkel und Chaos der Empirie zum Lichte der Wissenschaft und zur Erkenntniß der Wahrheit emporsteigen zu können.

Begriff der Gährung.

Die Pflanzen-Anatomie lehrt uns, daß die Pflanzen aus verschiedenen Theilen bestehen, die sich theils durch mechanische, theils durch chemische Mittel von einander absondern lassen. Betrachten wir eine Pflanze, so finden wir zunächst in Beziehung auf ihre äußere oder Formbildung, daß sie aus der Wurzel, mittelst welcher sie im Boden als Standort befestigt ist und durch welche ihr aus dem Boden ein Theil ihrer Nahrung zugeführt wird, aus dem Strunk oder Stamm und aus den Blättern besteht, daß sie endlich Blüthen treibt und Früchte oder Samen trägt.

Wenn man den Strunk oder Stamm quer durchschneidet und ihn nun von Außen gegen Innen untersucht, so findet man, daß er aus der Oberhaut (Epidermis), der Rinde, dem Splint, dem Holze und Marke besteht. Der Same, welcher oft mit einer fleischigen Hülle umgeben ist, enthält die Samenlappen, die in eine bald dünnere, bald dickere Schale eingeschlossen sind. Diese Theile sind wieder aus verschiedenen Stoffen gebildet, die durch chemische Processe von einander geschieden werden können. Man nennt sie die nähern Bestandtheile der Pflanzen. Dazu gehören: Pflanzenfaser, Stärkmehl, Gummi, Zucker, Albumin, Pflanzenleim, Fibrin, Mucin, fette und flüchtige Öle, Harz, Wachs, Extractivstoffe rc. Der Splint und das Holz bilden ein Zellengewebe, welches mit Saft angefüllt ist; viele Früchte strotzen voll Saft. In diesem Safte finden sich noch

nebst mehren der oben genannten Substanzen Pflanzensäuren und pflanzensaure wie mineralsaure Salze Alkaloide u. s. w.

Die nähern Pflanzenbestandtheile bestehen sämmtlich aus Oxygen, Hydrogen, Carbon, Azot, Schwefel und Phosphor; einige sind nur zweifache, die meisten dreifache, wenigere sind vierfache und die wenigsten fünffache bis sechsfache, Zusammensetzungen der genannten einfachen Stoffe, und nicht nur das qualitative und quantitative Verhältniß ihrer Zusammensetzung, sondern auch die Art der Gruppirung (?) der Elementar-Atome in denselben ist die Ursache ihrer Verschiedenheit; denn wir kennen mehre dieser Körper, welche eine gleiche qualitative und quantitative Zusammensetzung besitzen und doch verschieden sind, wie Stärkmehl und wasserfreier Rohrzucker, Gummi und gemeiner Zucker. Man nennt sie isomere Zusammensetzungen, wenn sie wie die genannten Substanzen aus einer absolut gleichen Anzahl von Elementar-Atomen, und man nennt sie polymere Zusammensetzungen, wenn sie aus einer nur relativ gleichen Anzahl von Elementar-Atomen bestehen, wie Stärkmehl oder wasserfreier Rohrzucker und Milchsäure.

Wir vermögen es nicht, irgend einen dieser nähern Bestandtheile der Pflanzen aus seinen Elementen zusammenzusetzen, wohl aber sind wir im Stande, sie durch chemische Processe in einander umzuändern. So z. B. können wir Stärkmehl in Stärkegummi und dieses in Zucker, den Zucker in Alkohol und Kleesäure, das Arabin (arab. Gummi) in Schleimsäure rc. umwandeln.

Solche und ähnliche Verwandlungen des einen Bestandtheils der Pflanzen in den andern gehen in einer regelmäßigen Reihe während ihrer Vegetation vor sich. So entsteht aus einer Substanz, welche in der jungen Pflanze die Eigenschaften des Schleims oder Gummi's besitzt, so wie die Vegetation vorschreitet und das Gewächs sich der Reife nähert, Stärkmehl oder Zucker; aus Stärkmehl entsteht Pflanzenfaser.

Alle durch den Lebensproceß der Pflanzen und Thiere erzeugten Producte nennt man organische Stoffe, weil ihre Bildung auf der Thätigkeit gewisser Theile derselben beruht, die wir Organe nennen. Die durch den Vegetationsproceß der Pflanzen gebildeten werden insbesonders Pflanzenstoffe genannt. Sie sind aus einer größeren oder geringeren Anzahl der oben genannten Elemente zusammengesetzt, und diese sind darin ver-

einigt durch die Kraft der chemischen Verwandschaft. An der Bildung derselben hat aber nebstdem noch die Lebenskraft Antheil genommen, welche darauf einen derart modificirenden Einfluß nimmt, daß sie die Elemente disponirt, sich je nach der specifischen Natur des Organismus zu Körpern bestimmter demselben eigenthümlicher Art zu vereinigen. So z. B. wird durch die eigenthümliche Richtung der Lebenskraft bedingt, in dem Zuckerrohr und in der Runkelrübe immer Zucker, in den Getreidesamen und in den Kartoffeln immer Stärkmehl erzeugt. Zucker und Stärkmehl bestehen aber aus denselben einfachen Stoffen. Die Lebenskraft, während der Vegetationsperiode der Pflanze wirksam ist es, welche dieselben einfachen Stoffe disponirt, in der einen Pflanze immer sich zu Zucker, in der anderen sich zu Stärkmehl zu vereinigen.

Die Erfahrung lehrt, daß diese organischen Stoffe um so beständiger sind, aus je weniger Elementen sie bestehen oder je einfacher ihre Zusammensetzung ist, und daß sie sich um so leichter zersetzen, je vielfältiger sie zusammengesetzt sind.

Wenn diese organischen Stoffe, sobald das Leben des Organism aufgehört hat oder nachdem sie von demselben abgetrennt worden sind unter gewissen Umständen sich selbst überlassen bleiben, so tritt eine eigenthümliche je nach den einwirkenden äußeren Einflüssen und nach der Mischung des organischen Körpers modificirte Zersetzung derselben ein. Die Lebenskraft hat nun aufgehört, erhaltend die Elemente verbindend auf diese Stoffe zu wirken; sie ordnen sich ihren wechselseitigen Anziehungen nach Qualität und Masse folgend zu neuen einfacheren Verbindungen von größerer Festigkeit oder Beständigkeit, und damit ist allmähliges Verschwinden der ursprünglichen äußeren und chemischen Verbindungsform des organischen Körpers gegeben.

Die neuen Verbindungen welche dabei entstehen, sind von sehr verschiedener Art, theils zweifache, theils dreifache und auch noch mehrfache Zusammensetzungen, wovon die letzteren aber ebenfalls wieder einer weiter fortschreitenden Selbst-Entmischung fähig sind.

Bei der genannten Selbst-Entmischung der Körper organischen Ursprungs treten mithin Zwischenproducte und Endproducte auf. Beide sind verschieden nach der ursprünglichen Mischung des in freiwillige Zersetzung übergegangenen

organischen Körpers; aber von Körpern derselben Art treten unter gleichen Umständen immer wieder dieselben Zwischen- und Endproducte auf.

Der Kohlenstoff hat eine vorwiegende Neigung, sich mit Sauerstoff zu Kohlensäure als Endproduct zu verbinden; seltener geht er eine Verbindung mit Wasserstoff zu Kohlenwasserstoff ein.

Der Wasserstoff verbindet sich vorzugsweise mit Sauerstoff zu Wasser als Endproduct.

Der Stickstoff, der Schwefel, der Phosphor haben vorzüglich das Bestreben sich mit Wasserstoff, zu Ammoniak, zu Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas zu verbinden.

Als flüchtige Endproducte der freiwilligen Zersetzung organischer Körper erscheinen demnach vorzugsweise binäre Zusammensetzungen: es entstehen Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Schwefel- und Phorphorwasserstoffgas, je nachdem die Elemente zu ihrer Bildung in dem sich entmischenden organischen Körper vorhanden waren. Oft bleibt ein starrer Rückstand, welcher nur noch die unorganischen Bestandtheile Erden, Metalle, Oxyde und Salze enthält, die in dem organischen Körper mit enthalten gewesen sind.

Die Zwischenproducte sind je nach der Beschaffenheit des sich zersetzenden Körpers von eben so verschiedener Art, wie: Zucker, Milchsäure, Schleim, Alkohol, Hefe, Fuselöl u. dgl.

Diese Selbstentmischung der organischen Körper hat man nun im Allgemeinen mit Gährung bezeichnet, und es werden theils nach den wichtigsten Zwischen-, theils nach den Endproducten, welche dabei entstehen, mehre Arten davon unterschieden, als:

Zuckergährung,
Michsäuregährung,
Schleimgährung,
Alkohol- und Hefengährung,
Ammoniakgährung (Fäulniß) u. s. w.,

wovon mehrere Producte liefern, welche eine verbreitete Anwendung besitzen, weßhalb jene Gährungen absichtlich vorgenommen werden, um diese Producte zu erzeugen.

Nimmt der Sauerstoff einen nachweisbaren und wesentlichen Antheil an der Bildung der neuen Producte, so nennt man diesen Entmischungs- und zugleich Verbindungs-Proceß Ver-

wesung. Ein solcher ist die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure.

Es ist hier weder Zweck noch der Ort, sich in specielle Betrachtungen über diese verschiedenen Arten der Gährung, der Bedingungen, unter welchen sie erfolgen, der Erscheinungen, welche dabei Statt finden, und der Producte, welche dadurch gebildet werden, einzulassen, oder etwa darüber verhandeln zu wollen, ob dem einen oder dem andern der aufgezählten Processe die Benennung „Gährung" nach den dafür aufgestellten Begriffen rechtmäßig gebührt. Wir haben es hier hauptsächlich nur mit einem einzelnen dieser verschiedenen Gährprocesse, nämlich mit dem Processe der geistigen Gährung, dann mit der Essigbildung zu thun, und von diesen soll hier allein und umständlich gehandelt werden, wobei bemerkt wird, daß man in der neuesten Zeit vorzüglich nur den ersteren Proceß mit Gährung benennt, und deßhalb auch die Wissenschaft, die wir davon besitzen, mit Gährungschemie (Zymotechnie) bezeichnet. In diesem Sinne soll jene Wissenschaft hier vorgetragen werden; ihm entspricht auch der Titel des Werkes.

Vom Zuckerbildungsprocesse, von der Bildung der Milchsäure, welche theils bei dem Zuckerbildungs-, theils bei dem eigentlichen Gährproceß auftritt, von der Fäulniß und von der Bildung des Fuselöls wird daher in diesem Werke gesprochen werden, ohne sie zu dem eigentlichen Gährprocesse zu zählen. Sie sind Processe, welche den Gährproceß vielmehr entweder begleiten oder ihm vorausgehen.

Begriff der Gährungschemie.

Gährungschemie (Zymotechnie) in der engern Bedeutung, in welcher diese Wissenschaft hier betrachtet werden soll, nennt man die Kenntniß und Erklärung aller derjenigen Erscheinungen, welche die unter gewissen Umständen erfolgende Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure begleiten, der Umstände, welche darauf Einfluß nehmen, und der Eigenschaften der Producte, welche dabei gebildet werden. Diesen eigenthümlichen Zersetzungsproceß des Zuckers hat man zuerst Gährung genannt, welche Benennung desselben van Helmont in die

Chemie einführte und wovon die Wissenschaft, die wir davon haben, die Benennung Gährungschemie erhielt.

Damit der Zucker auf obige Art durch Gährung zersetzt werde, muß er im Wasser aufgelöst oder in wässeriger Lösung vorhanden sein. Nach Beendigung der Gährung desselben erhält man Flüssigkeiten, welche häufig als Getränke genossen werden (Wein, Bier), berauschende Eigenschaften besitzen, und diese einem eigenen Körper verdanken, welcher dabei aus dem Zucker gebildet wird. Man nennt ihn Alkohol oder Weingeist, woher dieser Gährungsact auch die Benennung Alkoholgährung oder geistige Gährung erhalten hat, wovon man wieder, je nach der Beschaffenheit der in die geistige Gährung versetzten zuckerhaltigen und nach jener der dadurch erhaltenen gegohrenen Flüssigkeiten, Weingährung, Biergährung u. s. w. unterscheidet.

Die Gährungschemie lehrt daher die chemischen Grundsätze und die Bedingungen kennen, nach welchen die Erzeugung des Alkohols aus dem Zucker durch den Gährproceß, so wie die Bereitung der verschiedenen alkoholhaltigen Getränke am vortheilhaftesten erfolgt, d. h. mit dem geringsten Aufwande an Kosten (Arbeit, Zeit, Materiale) die größtmögliche Menge des besten Productes erhalten wird.

Der Vortrag über die Gährungschemie wird sich daher insbesondere beziehen:

1. Auf die allgemeinen chemischen und physikalischen Grundsätze des Processes der geistigen Gährung, ohne Rücksicht auf eine technische Anwendung desselben; dann aber auch

2. auf die Anwendung dieser Grundsätze für Zwecke des gemeinen Lebens, nämlich zur Erzeugung von alkoholhaltigen Getränken und Alkohol für Verwendungen desselben in den Gewerben und Künsten.

Demnach soll hierauf nach einander gehandelt werden:

a. Von der Erzeugung des Biers aus stärkmehlhaltigen Pflanzenstoffen durch die Biergährung, oder von der Bierbrauerei.

b. Von der Erzeugung des Alkohols in mit Wasser gemischtem Zustande in Form von Branntwein und Weingeist aus zuckerhaltigen Stoffen und aus denselben Materialien, aus welchen Wein und Bier erzeugt werden, oder von der Branntweinbrennerei.

c. Von der Erzeugung der Hefe, welche dabei als Neben-

product erhalten wird für Zwecke der Industrie und Haushaltung.

d. Von der Erzeugung des Weines durch die Gährung des Mostes (Weintraubensaftes) und anderer süßer Obst- und Beerenfrüchte, oder von der Weingährung und Weinbereitung.

e. Von der Erzeugung des Essigs aus alkoholhältigen Flüssigkeiten.

Bevor wir jedoch diesen Gährproceß im Allgemeinen betrachten, ist es nothwendig, nicht nur die Mittel kennen zu lernen, welche der Zymotechniker anwendet zur Bestimmung der Quantitäten und Qualitäten der von ihm verarbeiteten Materialien und erhaltenen Producte, sondern es ist auch erforderlich, daß er diejenigen allgemein wirksamen Potenzen, einfachen Stoffe und deren Verbindungen kenne, von denen er bei den von ihm unternommenen Processen Anwendung macht, die auf den Erfolg des Processes einen Einfluß nehmen oder sonst dabei vorkommen, und deßhalb in Betrachtung gezogen werden müssen, wie z. B. die Wärme, den Sauerstoff, den Wasserstoff, den Kohlenstoff, den Stickstoff, die atmosphärische Luft, das Wasser, das kohlensaure Gas, den Zucker, den Alkohol; die Milchsäure u. s. w.

Diese sollen daher hier vorerst betrachtet werden.

Bestimmung des absoluten Gewichtes und des Inhaltsmaßes der Körper.

So lange man wie in der Vorzeit bei Vornahme chemischer Versuche und chemisch-technischer Processe im Großen keine genau bestimmte Mengen der verarbeiteten Körper anwandte, und auch die Quantitäten der dabei erhaltenen Producte und Educte nicht bestimmte, so lange befand sich die Chemie, so wie der Betrieb der chemischen Gewerbe, in einem Zustande der Rohheit und Abhängigkeit, welcher kein Vorschreiten derselben erwarten ließ. Seit Richter, Lavoisier und Andere sich bei allen ihren chemischen Arbeiten der Wage und des Gewichtes bedienten, seitdem haben die Chemie und der chemische Gewerbsbetrieb einen mächtigen Aufschwung erhalten; die Stöchiometrie oder Meßkunst der chemischen Elemente und Verbindungen

wurde begründet. Die Chemie, welche vordem großentheils nur Geheimniß- und Receptenkram war, wurde dadurch zur Wissenschaft erhoben und nun in die vorgehenden Erscheinungen und Processe Licht gebracht.

Was für die Chemie im Allgemeinen gilt, ist ebenso anwendbar auf jeden einzelnen Zweig derselben, mithin auch auf die Gährungschemie. Was bei Versuchen im Kleinen nothwendig ist und vorgenommen wird, um die Mengen der verwendeten Substanzen sowohl als jene der erhaltenen Producte und deren Qualitäten zu bestimmen, das muß auch bei der Ausführung chemisch-technischer Processe im Großen geschehen, wenn man sich Rechenschaft geben will von dem, was man unternommen, von dem Aufwande an Materiale und Mitteln, welcher Statt gefunden, so wie von der Menge und Qualität der Producte, welche dabei gewonnen worden sind.

Ein jeder Zymotechniker weiß wohl, was eine Wage ist, und kennt die Methode, sie auf ihre Richtigkeit zu prüfen; deren Beschreibung kann also hier füglich unterbleiben. Es versteht sich von selbst, daß die Wage, welche zur Bestimmung der absoluten Gewichte der Körper nach einer festgestellten Gewichtseinheit dient, möglichst genau sein muß. Bei zymotechnischen Arbeiten im Großen dürften die jetzt häufig gebrauchten sogenannten Straßburger Decimalwagen sehr bequem sein.

In den k. k. österreichischen Staaten ist der Wiener Centner als Gewichtseinheit gesetzlich eingeführt; er wird abgetheilt in 100 Pfund,

1 Pfund in . . . . 32 Loth,
1 Loth in . . . . 4 Quentchen,
1 Quentchen in . . . . . . 4 Viertel,
oder in . . . . . 4 Stück $^1/_{16}$ Loth.

$^1/_{16}$ Loth ist das kleinste Gewicht, welches im Handel gebraucht wird. Zwei Loth sind ebenso schwer wie eine Unze Apothekergewicht; daher ist ein Quentchen Handelsgewicht gleich einer Drachme Apothekergewicht. Die Unterabtheilungen der Gewichte müssen mit den größern Gewichten in genauer Übereinstimmung stehen und darauf geprüft werden.

Dem wissenschaftlich gebildeten Zymotechniker ist noch die Anschaffung einer genauen feinern Wage mit einem Einsatz 1000 Grangewichte mit Unterabtheilungen bis zu $^1/_{10}$ Gran zu

empfehlen; er wird davon bei seinen Untersuchungen den nützlichsten Gebrauch machen können.

Die Mengen der Materialien, welche der Zymotechniker verarbeitet, werden gegenwärtig im Großen noch meistens dem Inhaltsmaße nach bestimmt, nämlich mittelst einer Maßeinheit gemessen. Diese Maßeinheit ist verschieden für trockene Gegenstände (Getreide) und wieder anders für flüssige Gegenstände (Getränke).

Die in den k. k. österreichischen Staaten gesetzliche Maßeinheit für trockene Gegenstände ist der Wiener oder niederösterreichische Metzen und hat gestrichen einen Rauminhalt von 1.947 Wiener Cubikfuß. Er wird abgetheilt in:

1 Metzen = 2 Halben,
= 4 Vierteln,
= 8 Achteln,
= 32 großen Maßeln,
= 64 kleinen oder Futtermaßeln,
= 128 Bechern,
= 1024 Getreideprobmetzen.

Ein Getreideprobmetzen faßt nahe 822 Wiener Gran Wasser bei 12° R. Temperatur. Von der Anwendung desselben und dazu passender verjüngter Gewichte ($^1/_{32}$ Loth = 1 Pfd.) zur Beurtheilung der Qualität des Getreides beim Einkaufe wird bei der Bierbrauerei die Rede sein. Ein Metzen mit Wasser gefüllt wiegt 109.604 Wiener Pfund.

1 böhmischer Strich = 1.522 Wiener Metzen,
= 4 Vierteln,
= 16 Maßeln,
= 192 Seideln (böhmischen).

1 Wiener Metzen = 173.9 Wiener Seideln Getränkmaß.

Die gesetzliche Maßeinheit für Flüssigkeiten ist der Wiener oder niederösterreichische Eimer; er enthält 1.792 Cubikfuß und faßt nach Stampfer bei 12° R. Temperatur á 56.294 ℔ 100.88 ℔ Wasser. 4 Eimer machen 1 Faß.

1 Eimer wird abgetheilt in 40 Maß,
1 Maß „ „ „ 4 Seidel.

1 Maß Wasser wiegt 2.522 W. ℔.

Der altböhmische Eimer faßt 32 Pint.

1 altböhmische Pint = 1.35 Wiener Maß.
3 Pint machen beiläufig 4 (genau 4.05) W. Maß.
1 altböhmischer Eimer = 43.13 W. Maß.

Vorkommender Vergleichungen wegen wird es nützlich sein, die Verhältnisse anzugeben, in welchen die österreichischen Gewichte und Maße mit denen der andern österreichischen Provinzen und auswärtiger Staaten stehen.

I. Gewichte.

100 Wiener Pfund sind gleich:

119.817	preuß. Reichspfunden,	
119.832	Breslauer Pfunden,	
120.148	Brüsseler leichten Pfunden,	
113.869	" schweren "	
112.007	Badener Pfunden,	
119.817	Casseler "	
119.817	Cölner "	
119.803	Dresdner "	
123.472	englischen "	(Imperial-Standart Pound),
115.620	Hamburger Pfunden,	
114.390	hannoverschen "	
133.333	Lemberger "	
100.010	Münchener "	
113.960	Ofner "	
112.007	Pariser metrischen "	
136.911	Petersburger "	
132.222	Stockholmer "	
119.817	Stuttgarter "	
108.873	Prager "	
56.003	Kilogrammen.	

100 Zollvereins-Pfunde sind gleich 89.281 Wiener Pfund.

II. Körpermaße für trockene Gegenstände.

1 Wiener Metzen ist gleich:

1.704 Imperial-Standart Bushel.

1 Bushel = 4 Pecks,
= 8 Gallons,
= 16 Pottles,
= 32 Quart,
= 64 Pirols,

= 0.480 Lemberger Korzec,
= 60.153 Litres,
= 1.656 baierischen Metzen,

1 W. Metz.	=	0.768 Pesther Metzen zu 96	} ungar. Halben,
	=	1.153 Preßburger „ „ 64	
	=	1.119 preußischen Scheffeln,	
	=	0.573 Dresdner „ zu 16 Metzen,	
	=	0.276 baierischen Scheffeln zu 6 Metzen,	
	=	0.347 Würtemberger „ „ 8 Simri,	
	=	2.776 „ Simri,	
	=	0.420 schwedischen Tonnen zu 32 Kappar zu 112 Stoop.	

20.192	W. Metzen	=	1 Braunschweiger Wispel zu 4 Scheffel,
17.117	„ „	=	1 Hamburger „ „ 10 „
24.279	„ „	=	1 hannoverschen „ „ 8 Malter,
21.449	„ „	=	1 preußischen „ „ 24 Scheffel,
41.928	„ „	=	1 sächsischen „ „ 24 „
3.163	„ „	=	1 Moskauer Tschetwert zu 8 Tschetwerik,
1.894	„ „	=	1 Brüsseler Sack zu 3 Scheepel.

III. Körpermaße für flüssige Gegenstände.

Achter	in Österreich = 4 Seideln	=	1	W. Maß.
Anker	„ Preußen = $^1/_2$ Eimer	=	24.273	„ „
	„ Hamburg = $^1/_4$ Ohm	=	25.595	„ „
	„ Hannover = $^1/_4$ Ohm	=	27.462	„ „
	„ Schweden = $^1/_4$ Ohm	=	27.752	„ „
Barrel	„ England:			
	Ale-Barrel zu 32 Gallons	=	102.663	„ „
	„ Bier- „ „ 36 „	=	115.482	„ „
Eimer	„ München für Bier zu 64 Maß	=	47.902	„ „
	„ Hannover zu 32 Kannen	=	43.936	„ „
	„ Prag und Böhmen zu 32 Pint = 128 Seideln	=	43.130	„ „
	„ Preßburg = 64 Halben	=	37.686	„ „
	„ Wien zu 40 Maß	=	40.000	„ „
	„ Berlin = 60 Quarts	=	48.503	„ „
	„ Dresden = 72 Kannen	=	41.518	„ „
	„ Schweden = 30 Kannen	=	55.489	„ „
Fuder	„ Hamburg zu 30 Eimer	=	613.681	„ „
	„ Hannover „ 15 „			
	„ Preußen „ 12 „			
	„ Schweden „ 12 „			

Fuder	in	Wien zu 32 Eimer		
	„	Würtemberg = 6 Eimern = 96 Immi = 960 Maß	= 1213.921	W. Maß.
Gallon	„	England = 4 Quarts	= 3.212	„ „
Immi	„	Würtemberg = 10 Maß = 40 Schotten = $^1/_{16}$ Aimer	= 12.973	„ „
Kanne	„	Dresden = 2 Nößeln	= 0.658	„ „
	„	Schweden = 2 Stoops	= 1.697	„ „
	„	Wien = 1 Wiener Maß.		
Litre	„	Frankreich	= 0.70705	„ „
Maß	„	Stuttgart = 4 Quarts Hellaichmaß	= 1.294	„ „
		Trübaichmaß	= 1.358	„ „
		Schänkmaß	= 1.181	„ „
Oxthoft	„	Preußen = 3 Eimern,		
	„	Dresden = 3 „		
	„	Hannover = 6 Ankern,		
	„	Schweden = 3 Eimern.		
Pinte	„	Prag und Böhmen $^1/_{32}$ Eimer	= 1.333	„ „
Quart	„	Berlin = $^1/_{60}$ Eimer	= 0.792	„ „
	„	Lemberg = $^1/_4$ Garnitz	= 0.672	„ „
Schankeimer	„	Baiern zu 60 Schänkmaß	= 45.350	„ „
Seidel	„	Böhmen zu $^1/_4$ Pint	= 0.333	„ „
	„	Wien zu $^1/_4$ Maß	= 0.250	„ „
		großes Seidel	= 0.375	„ „
Tonne	„	Berlin zu 100 Quart	= 80.865	„ „
	„	Dresden	= 69.432	„ „
	„	Hannover zu 26 Stübchen	= 71.412	„ „
Tschetwerka	„	Rußland = $^1/_4$ Wiedro	= 2.241	„ „
Vat	„	den Niederlanden = 100 Kannen	= 70.671	„ „

Zur Berechnung des absoluten Gewichtes verschiedener Stoffe aus ihrem Rauminhalte wird später am passenden Orte das absolute Gewicht einer Maßeinheit derselben angegeben werden; denn weniger die Kenntniß des Volumens, als jene des absoluten Gewichtes ist zu genauen Berechnungen brauchbar.

Bestimmung der specifischen Schwere.

Obwohl in vielen Werken über Zweige der Gährungschemie die Lehre von der specifischen oder eigenthümlichen Schwere der Körper mehr oder weniger umständlich abgehandelt wird, so halte ich doch dafür, daß die Kenntniß davon vorausgesetzt werden solle, und daher hier nur zu zeigen ist, welchen nützlichen Gebrauch der Zymotechniker von der Ermittelung der specifischen Schweren oder Dichten der von ihm verarbeiteten Substanzen und erzeugten Producte machen könne.

Die specifische Schwere der Körper wird immer ausgedrückt oder angegeben in einem Zahlenverhältniß, welches anzeigt, wie vielmal ein starrer oder flüssiger Körper leichter oder schwerer ist als eine Wassermenge, welche ein dem Körper gleiches Volumen hat. Hiernach unterscheidet man Körper, die specifisch schwerer sind als Wasser, wie Getreide, Kartoffeln, Bierwürze Weinmost und Bier, dann solche die specifisch leichter sind als Wasser, wie Wein, Branntwein, Weingeist, absoluter Alkohol. In allen Fällen steht der Gehalt an nutzbarer Substanz in den Stoffen mit ihrer specifischen Schwere in einem gewissen Verhältnisse, und läßt sich aus diesem theils annähernd, theils ganz genau beurtheilen. So sind das Getreide und die Kartoffeln um so mehlreicher, der Weinmost und die Bierwürze um so zuckerreicher je größer, der Wein, Branntwein und Weingeist, enthalten um so mehr Alkohol, je kleiner ihre specifischen Schweren sind. Das Erstere ist der Fall, weil die nutzbaren, in den Körpern enthaltenen Stoffe — Zucker, Stärkmehl, Kleber rc. — specifisch schwerer, das Letztere, weil der in Wein, Branntwein u. s. w. enthaltene Alkohol specifisch leichter ist als Wasser.

Der Zymotechniker verarbeitet starre und flüssige Substanzen, er erzeugt starre und flüssige Producte; er muß daher auch mit Vorrichtungen versehen sein, um die specifischen Schweren sowohl starrer als flüssiger Körper bestimmen und daraus ihre Qualität beurtheilen zu können. Die Qualität des verarbeiteten Getreides und der Kartoffeln läßt sich auch beurtheilen aus dem absoluten Gewichte der Maßeinheit derselben. Je schwerer ein Metzen derselben ist, desto besser ist ihre Qualität. Es ist dieß zwar nicht ihre specifische Schwere, aber es steht damit im Verhältnisse, weil es sich auf ein gleiches Volumen — auf die Maßeinheit — bezieht. Aus der direct bestimmten specifischen

Schwere der Kartoffeln läßt sich nach Berg und Lüdersdorff sowohl ihr Gehalt an trockener Substanz wie an Stärkmehl ziemlich genau ermitteln, was ich durch vergleichende Versuche bedingt bestätigt gefunden habe. Die weitere Anwendung wird in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei vorkommen.

Die Bestimmung der specifischen Schweren flüssiger Körper geschieht am einfachsten und genauesten mittelst eines Fläschchens, welches genau 500 oder 1000 Wiener Gran reines Wasser bei 14° R. Temperatur faßt. Auf meine Veranlassung werden solche Fläschchen angefertigt und sind vorräthig zu haben in der Handlung des Herrn W. Batka auf dem Bergstein und bei den Herrn Mechanikern Spitra und Brandeis in Prag. Man wägt die zu prüfende Flüssigkeit von 14° R. Temp. in diesem Fläschchen, und das Gewicht derselben in Wiener Granen, mit 500 oder 1000 dividirt, ist ihre specifische Schwere. Für das Fläschchen richtet man sich ein für allemal ein messingenes oder gläsernes Tara-Gewichtsstück zu. Diese Fläschchen haben einen engen und kurzen Hals, und sind mit einem etwas konischen, gut eingeriebenen Glasstöpfel verschließbar. Sie müssen vor dem Gebrauche entweder im Innern gut ausgetrocknet werden, was mittelst zusammengerollter Streifen Fließpapier und eines gekrümmten Hornspatels sehr leicht auszuführen ist, oder man schweift sie vorher mit der zu prüfenden Flüssigkeit aus, und auch von Außen trocknet man sie nach der Füllung mit der zu prüfenden Flüssigkeit und nach festem Einbringen des Glasstöpsels mit einem reinem Tuche ab. So wird das gefüllte Fläschchen gewogen. Vergleichende Wägungen haben mir die Überzeugung verschafft, daß diese Bestimmungsmethode der specifischen Schweren von Flüssigkeiten keiner andern an Genauigkeit nachsteht, und es ist die Größe der dazu gebrauchten Fläschchen dem Zwecke angemessen.

Man hat auch Aräometer, welche, bei 14° R. Temp. in die Flüssigkeit eingetaucht, vermöge der eigenthümlichen Construction ihrer Scala unmittelbar die specifische Schwere derselben anzeigen; allein wenn diese Instrumente auch noch so genau construirt sind, so unterliegt die Richtigkeit ihrer Anzeigen immer noch Beobachtungs- und Schätzungsfehlern, weßhalb bei genauen Bestimmungen der Gebrauch von Wage und Gewicht hierzu immer vorzuziehen ist, und Aräometer überhaupt nur da

anzuwenden sind, wo es nicht auf die größtmögliche Genauigkeit der Bestimmung ankommt.

Wenn man nun auch auf die eine oder auf die andere Art die specifische Schwere einer Flüssigkeit bestimmt hat, so erfährt man hierdurch bloß, ob eine Flüssigkeit specifisch leichter oder schwerer als Wasser, ob sie mehr oder weniger der nutzbaren Substanz aufgelös't oder in ihrer Mischung enthält; den absoluten Gehalt an letzterer in derselben erfährt man dadurch aber nicht. Für den praktischen Chemiker ist in vielen Fällen die erstere Kenntniß genügend; für den Zymotechniker ist es aber von entschiedenem Nutzen, wenn er den Gehalt der von ihm erzeugten und verarbeiteten Flüssigkeiten an nutzbarer Substanz in Gewichtsprocenten kennt. Hierzu hat man durch Versuche entworfene Vergleichungstabellen, in welchen die Gehalte an nutzbarer Substanz in 100 Gewichtstheilen der Flüssigkeiten mit den ihnen zukommenden specifischen Schweren verzeichnet enthalten sind, worin man durch Vergleichung aus der ermittelten specifischen Schwere der Flüssigkeit ihren Gehalt an nutzbarer Substanz in Gewichtsprocenten findet um davon die erforderliche Notiz zu nehmen. Diese Vergleichungstabellen werden gehörigen Orts mitgetheilt werden. Viel einfacher und kürzer ist es jedoch, sich dazu für eine jede bearbeitete oder erzeugte nutzbare Substanz eigene Aräometer anzufertigen oder anzuschaffen, welche beim Eintauchen in die Flüssigkeit unmittelbar ihren Gehalt an nutzbarer Substanz in Gewichtsprocenten anzeigen. Solche Instrumente nennt man Procenten-Aräometer oder Procentenmesser. Sie dienen, je nach ihrer Bestimmung und der sich darauf gründenden Construction, zur Prüfung der Zuckerlösungen, Salzlösungen, Bierwürzen des Weingeistes 2c. auf ihren Gewichts-Procentgehalt an Zucker, Salz, Würze-extract, Alkohol u. s. w. Am gehörigen Orte wird von deren Anwendung die Rede sein.

Der **Zucker** ist aber eine Substanz, welche für den Zymotechniker von größter Wichtigkeit ist, weil er denselben bei allen seinen Processen verwendet und durch die geistige Gährung zersetzt, um daraus Alkohol zu produciren. Von der Construction eines Zucker-Procentenmessers oder Sacharometers, und von dem Nutzen, welchen seine Anwendung gewährt, soll daher hier gehandelt werden.

Die Lehre vom Sacharometer.

Construction des Sacharometers.

Bevor von der Anwendung des Sacharometers überhaupt und von dem Gebrauche desselben in der Gährungschemie insbesondere die Rede sein kann, muß vorerst genau festgestellt werden, was man unter diesem Instrumente zu verstehen hat, wie es construirt wird, und was die Anzeigen zu bedeuten haben, die es, in Zuckerlösungen und in andere zuckerhaltige Flüssigkeiten eingetaucht, liefert. Dieß soll hier geschehen.

Der reinste Zucker ist der unter dem Namen Zuckerkandis bekannte weiße kristallisirte Zucker oder auch der feinste weiße Raffinadzucker. In dem Zustande, wie man ihn durch den Handel bezieht, ist er jedoch niemals vollkommen trocken, sondern er hat aus der Luft wieder mehr oder weniger Feuchte angezogen, wenn er auch ursprünglich aus der Raffinerie in vollkommen ausgetrocknetem Zustande abgegeben war. Wenn man ihn fein pulverisirt und hierauf dünn ausgebreitet durch einige Stunden einer Temperatur zwischen 30 bis 40° R. aussetzt, so verdunstet das von ihm angezogene Wasser, er trocknet vollkommen aus und verliert dadurch etwas von seinem Gewichte. Wägt man von diesem getrockneten Zucker ein Quentchen genau ab und löſ't ihn in 99 Quentchen reinem, destillirtem Wasser auf, so erhält man zusammen 100 Quentchen einer Zuckerlösung, worin ein Quentchen mithin $^1/_{100}$ des Gewichtes derselben oder 1 Procent Zucker gelöſ't enthalten ist. Auf ähnliche Weise erhält man bei der Auflösung

	Quentchen		Quentchen		Quentchen				
von	5	Zucker in	95	Wasser	100	Zuckerlösung von	5	pCt.	Zuckergehalt,
„	10	„	„ 90	„	100	„	„ 10	„	„
„	15	„	„ 85	„	100	„	„ 15	„	„
„	20	„	„ 80	„	100	„	„ 20	„	„
„	25	„	„ 75	„	100	„	„ 25	„	„
„	30	„	„ 70	„	100	„	„ 30	„	„

Man bereitet sich diese voranstehenden Zuckerlösungen in den angegebenen Gewichtsverhältnissen bestimmt ihre specifischen Schweren oder Dichten mit dem Tausendgranfläschchen bei 14° R. Temp., um sie ein für allemal festzustellen und bewahrt die Lösungen in mit eingeriebenen Glasstöpfeln wohlverschlossenen Glas-

flaschen zum weitern Gebrauche auf. Sie dienen zur Bestimmung der fixen Puncte bei der Construction der Sacharometer. Die zur Anfertigung derselben zu verwendenden Glashülsen müssen mit einem möglichst großen Schwimmgefäß — am besten in Röhrenform — und mit einem hohlen, möglichst dünnen Stengel versehen sein, um dem Instrumente dadurch eine größere Empfindlichkeit zu geben; zugleich muß der Stengel so lang sein, daß man auf die in denselben einzuschiebende Papierscala, je nach Umständen und Bedarf, die Theilstriche von 0 bis 20 und bis 30 pCt. Zuckergehalts-Anzeige auftragen kann, um damit Zuckerlösungen von den genannten Zuckergehalten prüfen zu können. Wenn das Schwimmgefäß mit Kugel 4 Zoll lang ist, ¾ Zoll Durchmesser hat, und wenn der Stengel bei 1½ Linien Durchmesser 6 Zoll Länge besitzt, so kann man mit einem solchen Instrumente Zuckerlösungen bis 20 pCt. Zuckergehalt prüfen, und die Entfernung der Theilstriche von Procent zu Procent Zuckergehalts-Anzeige wird beiläufig 3 Linien betragen, so daß man dieselbe noch recht gut in 10 Theile abtheilen, mithin Zehntel von Procenten des Zuckergehaltes damit bestimmen kann, was für alle in der Praxis vorkommende Fälle ausreicht. Man bringt hierauf so viel feines Bleischrot mit etwas Siegellack in die an den untern Theil des Schwimmgefäßes angebrachte Kugel, bis das Instrument auf etwa 1 Zoll vom obern Rande des Stengels einsinkt, und schmilzt nun bei versichtiger mäßiger Erwärmung mit der Flamme einer Weingeistlampe das Bleischrot mittelst des Siegellacks in der Kugel des Schwimmgefäßes fest. Ein Streifen Papier von etwa 4 Linien Breite und 6 Zoll Länge wird in gleiche, sehr kleine Theile getheilt, die Theilung von 5 zu 5 Theilstrichen mit fortlaufenden Zahlen bezeichnet, mit der Theilung nach Außen gewendet, über einen Draht zusammengerollt und nun in den hohlen Stengel der Glashülse eingeschoben. Hierauf taucht man das so vorgerichtete, wohlgereinigte Instrument in reines, destillirtes Wasser von 14° R. Temp. und schiebt den getheilten Papierstreifen — die vorläufige oder Hilfs-Scala — so tief in den hohlen Stengel, bis der Anfangs- oder Nullpunct derselben mit dem Niveau des Wassers in eine Ebene fällt, wozu eine genaue Beobachtung gehört, da von dieser Bestimmung die Richtigkeit aller übrigen mit abhängt. Man wiegt das Instrument mit der eingeschobenen Hilfsscala genau ab, mißt zugleich

die Entfernung des Nullpunctes vom oberen Rande des Stengels mit einem Zirkel oder einem Maßstabe und merkt sich sowohl das gefundene Gewicht als die ermittelte Entfernung an. Dieß ist nothwendig, um bei dem später erfolgenden Einschieben der wahren Scala diesen Nullpunct wieder genau an denselben Ort des Stengels bringen zu können.

Von da an kann die Gradleiter oder Scala für Sacharometer auf zweierlei Art construirt werden und zwar:

1. auf empirische Art, indem man das Instrument unmittelbar in die nach Oben bereiteten um je 5 Procent Zuckergehalt zunehmenden Zuckerlösungen eintaucht, und den jedesmaligen Einsenkungspunkt bestimmt, dann

2. durch Verzeichnung innerhalb der beiden vorher bestimmten Endpuncte der Scala, nach den den Zuckerlösungen von Procent zu Procent Gehalt zukommenden Dichten.

Die erstere Constructionsart der Gradleiter ist bei jedem Instrumente anwendbar, es sei der Stengel desselben, in welchen die Gradleiter eingeschoben wird, cylindrisch oder nicht. Wenn dieser Stengel nicht cylindrisch ist und an verschiedenen Puncten seiner Länge mehr oder weniger von der Cylinderform abweicht, so muß sie sogar in Anwendung kommen, um richtige und übereinstimmende Instrumente zu erhalten. Sie erfordert einen großen Grad von Genauigkeit und Sorgfalt und ist deßhalb sehr mühsam auszuführen.

Die zweite Constructionsart der Gradleiter setzt voraus, daß der Stengel des Instruments ein vollkommener oder möglichst vollkommener Cylinder sei, und dann genügt die Bestimmung der beiden Endpuncte der Gradleiter durch Einsenken des Instrumentes in reines Wasser und in die concentrirteste Zuckerlösung, für welche dasselbe dienen soll, um dann die Distanz dieser beiden Endpuncte nach Maßgabe der den einzelnen Procenten zukommenden Dichten mittelst einer Theilmaschine abzutheilen.

Dieses Verfahren ist viel einfacher, und weil dabei weniger Beobachtungsfehler vorkommen können, sogar auch richtiger als ersteres.

Deßhalb sollte man bestrebt sein, sich derlei brauchbare cylindrische Röhren zu verschaffen, um jene einfachere und richtigere Constructionsart der Gradleiter in Anwendung bringen

zu können, ein Princip, welches für die Anfertigung aller Arten von Aräometern giltig ist.

---

1. Empirische Constructionsart der Gradleitern für Sacharometer.

In 6 hohe, enge Fuß-Cylinder von Glas füllt man nach einander jene um je 5 Procent Zuckergehalt steigend bereiteten 6 Zuckerlösungen, und schreitet zur Bestimmung der Puncte an dem Stengel des Instrumentes, bis zu welchen dasselbe in jeder dieser Zuckerlösungen einsinkt. Um richtige Anzeigen und übereinstimmende Instrumente zu erhalten, ist es nothwendig, daß alle diese Zuckerlösungen eine gleiche mittlere Temperatur von 14° R. besitzen, und es ist sehr gut, wenn auch der Raum — das Zimmer —, worin jene Arbeit vorgenommen wird, dieselbe Temperatur hat. Sie muß an den Scalen der Instrumente bemerkt werden, weil dieselben auch nur bei jener Temperatur richtige Anzeigen liefern und gebraucht werden dürfen. Man taucht das Instrument nach einander mit der Vorsicht in jede dieser Zuckerlösungen, daß man es vorher immer vollkommen abtrocknet und dann langsam so tief darin einsinken läßt, als es von selbst durch seine Schwere einsinkt, ohne es gewaltsam tiefer hinabzustoßen, weil sonst etwas von der Flüssigkeit an dem mehr eingetauchten Theile des Stengels hängen bliebe, diese das Instrument um so viel schwerer machen würde und dadurch zur fehlerhaften Bestimmung des fixen Punctes Anlaß gäbe. Beim Eintauchen des Instrumentes ins Wasser und in die Zuckerlösungen sowohl beim Bestimmen der Theilpuncte an der Gradleiter als beim nachherigen Gebrauche hat man nach Stampfer das folgende Verfahren zu befolgen, um richtige Anzeigen zu erhalten. Das Instrument wird sorgfältig gereinigt und abgetrocknet, welches letztere auch durch Abreiben mit reinem Fließpapier geschehen kann, dann in Alkohol oder wenigstens in sehr starken Weingeist getaucht, welchen man ohne abzutrocknen an der Luft verdunsten läßt, worauf das Instrument erst in die Flüssigkeit langsam eingesenkt wird.

Die Ablesung der Tiefe des Einsinkens an der Hilfsscala geschieht am Besten von oben an der höchsten Stelle, bis zu welcher die Flüssigkeit an der Röhre reicht, und es wird dadurch die Richtigkeit der Bestimmung nicht beeinträchtigt, wenn bei

der Verfertigung und Anwendung auf dieselbe Art vorgegangen wird. Die so mit der Hilfsscala ermittelten Theilpuncte werden auf ein Blatt Papier notirt; z. B.

das Instrument sinke im destillirten Wasser ein bis ..	0.	—
in der 5procentigen Zuckerlösung bis zum	40.	Theilstrich,
" " 10 " " " "	79.	"
" " 15 " " " "	117.	"
" " 20 " " " "	154.	"
" " 25 " " " "	190.	" ꝛc.

Sind diese Bestimmungen mit Genauigkeit gemacht worden, so wird die Hilfs-Scala aus dem Stengel herausgezogen, ein ebenso großer und gleichschwerer Streifen Papier genommen und auf demselben nach Maßgabe jener fixen Puncte die wahre Scala verzeichnet, indem man von dem Nullpuncte an jene Entfernungen von demselben mit dem Zirkel von der Hilfs-Scala aufnimmt und auf die wahre Scala aufträgt, zugleich aber den entsprechenden Zuckergehalt in Procenten, 0, 5, 10, 15 u. s. w., dazu schreibt. Die Zwischenprocente werden durch Eintheilung dieser Entfernungen in je fünf gleiche Theile bestimmt, was hier erlaubt ist, weil die Differenzen zwischen den einzelnen Procenten so klein sind, daß sie innerhalb eines Beobachtungsfehlers oder auch in die Linie des Theilstriches fallen, und jeder dieser Theile, welcher einem Procent Zuckergehalt entspricht, wird noch in Zehntel abgetheilt.

---

2. Construction der Gradleiter für Sacharometer durch Verzeichnung.

Dazu ist vor Allem nothwendig, die Dichten zu kennen, welche den einzelnen Sacharometergraden von Procent zu Procent Zuckergehalts-Anzeige entsprechen. Zu dem Ende wurden die Dichten der vorstehend benannten und noch mehrer anderer Zuckerlösungen durch Abwägen im Tausendgranfläschchen bei 14° R. Temperatur der Flüssigkeit und des Locales bestimmt, die Dichten der Zwischen-Procente durch Interpolation berechnet, dabei aber nur bis auf die 4. Decimalstelle eingegangen, weil dieß für den vorliegenden Zweck genügend schien.

Die Resultate dieser Bestimmungen sind in Tabelle I. Spalte 2 eingetragen.

Aus den Dichten dieser Zuckerlösungen lassen sich die Entfernungen der Theilstriche der Scala vom Nullpuncte (Einsenkungspuncte im Wasser) an für die Zuckergehalts-Anzeigen von Procent zu Procent berechnen, und mittelst einer Theilmaschine auftragen, wie folgt: Es sei

d die Dichte des Wassers bei 14° R. Temp. = 1.0000 gesetzt,

G sei das absolute Gewicht einer unten zugeschmolzenen, vollkommen cylindrischen, gehörig belasteten Glasröhre,

F die Querschnittsfläche derselben,

L sei die Höhe der cylindrischen Wassersäule von gleicher Querschnittsfläche, welche von der genannten Röhre beim Eintauchen ins Wasser aus der Stelle verdrängt wird, und welche ein dieser Röhre gleiches absolutes Gewicht hat. Nach den Gesetzen der Hydrostatik ist:

$$G = F \times L \times d. \qquad (1)$$

In eine Zuckerlösung, die dichter ist als Wasser eingetaucht, sinkt dieselbe Röhre weniger tief ein. Es sei

D die Dichte der Zuckerlösung bei 14° R. Temp., l sei die Höhe der Flüßigkeitssäule, welche dieselbe Röhre beim Eintauchen in die Zuckerlösung aus der Stelle verdrängt, welche gleich ist der Tiefe des Einsinkens der Röhre in diese Lösung. Hiernach ist wieder:

$$G = F \times l \times D \qquad (2)$$

und es folgt daraus:

$$F \times L \times d = F \times l \times D$$

$$L \times d = l \times D$$

und

$$l = \frac{L \times d}{D}$$

da d = 1.0000 so ist auch

$$l = \frac{L}{D}.$$

d. h. man findet die Länge l des jedesmal in der Zuckerlösung eingesenkten Theils der Glasröhre, wenn man die Tiefe ihres Einsinkens im Wasser = L mit der jedesmaligen Dichte der Zuckerlösung dividirt. Sei L in 100000 gleiche Theile getheilt gedacht, so ist dann

$$l = \frac{100000}{D}$$

Hiernach wurden die Werthe von l für Lösungen von 1 bis 30 Procent Zuckergehalt berechnet und in Spalte 3 von Tabelle I. eingetragen. Zieht man diese Werthe für l von jenem von L = 100000 ab, so erhält man den Abstand der Theilpuncte von oben oder vom Nullpunct d. i. von dem Puncte, bis zu welchem die Glasröhre in reinem Wasser einsinkt. Diese Abstände für jedes Sacharometer-Procent von 1 bis 30 sind in der 4. Spalte derselben Tabelle verzeichnet. Hiernach kann mittelst einer Schraubentheilmaschine woran eine in 100 Theile getheilte Trommel, die Eintheilung der Gradleiter oder Procentscala ausgeführt werden. 399 Trommeltheile der Theilmaschine von 0 Punct an, geben den ersten Grad; 794 Trommeltheile vom Nullpunct an, den zweiten Grad; 1186 Trommeltheile den 3. Grad u. s. w. wie die Tabelle ausweiset. Sie wurde nur bis zum 30. Grade fortgeführt, weil dieß für die meisten in der Praxis vorkommenden Fälle genügen möchte.

Die Eintheilung der Sacharometerscala nach den hier angegebenen Verhältnissen ist eine allgemeine, die Länge der Scala und der einzelnen Grade ist von der Höhe der Windung eines Schraubenganges an der Schraube der gebrauchten Theilmaschine bedingt. Um diese Eintheilungsart der Gradleiter für Sacharometer speciell auf die sich jedesmal ergebenden Distanzen zwischen den zwei Endpuncten derselben, von 0 bis 20, und bis 30 pCt. anwendbar zu machen, verfertigt man sich mittelst der Schraubentheilmaschine eine Scala dieser Art, und benützt dieselbe als Basis einer Winkeltheilmaschine, mittelst welcher man die Distanzen der Grade von der Hauptscala in jedem beliebigen Verhältniß verjüngt, auf die zu verzeichnende Scala übertragen kann.

Es ist hier nicht der Ort, noch vollständigere Anleitung zur Anfertigung der Sacharometer und zur Gradirung ihrer Scala zu geben, diese Anleitung muß in den Lehrbüchern der technischen Physik gesucht werden; allein es schien nützlich, die Methoden im Principe anzuführen, nach welchen dieß zu geschehen hat, damit auch der Zymotechniker davon Kenntniß habe. Für den letzteren läßt sich aber daraus eine andere sehr nützliche Methode ableiten, die käuflichen Sacharometer auf die Richtigkeit der Gradirung ihrer Scala zu prüfen.

Diese Prüfung besteht in der Zeichnung und Anwendung eines Scalennetzes von solchem Umfange, daß darin alle Sa-

charometerscalen von den vorkommenden kürzesten bis zu den längsten enthalten sind, so daß jede derselben in eine Ordinate innerhalb der beiden äußersten Netzlinien fallen muß. Legt man nun die Scalenröhre auf diese Ordinate, so müssen die Grade an dem Instrumente mit denen des Scalennetzes zusammenfallen, wenn die Graduirung der Scala eine richtige war. Dabei wird jedoch immer vorausgesetzt, daß die Scalenröhre cylindrisch sei.

Das Scalennetz wird auf folgende Art angefertigt: Nimmt man die größte Länge einer Sacharometerscala von 0 bis 30 Procent Anzeige mit 8 Zoll, die kleinste mit 5 Zoll, so theilt man die längere äußere Netzlinie mit der Theilmaschine nach den in Tabelle **I.** angegebenen Verhältnissen in 30 Sacharometergrade ab, und zieht von 1 pCt. beginnend und bis zu 30 pCt. fortschreitend convergirende Linien gegen einen entfernten mit dem Nullpuncte in gleicher Ebene liegenden Punkt, welche man da durch eine Ordinate abschneidet, wo sie sich auf die bemerkten 5 Zoll nähern. Diese bildet dann die kürzere äußere Netzlinie. Von den den äußeren Netzlinien paralellen Ordinaten zieht man mehrere durch das Scalennetz, um Anhaltspuncte für das Anlegen der Scalen bei ihrer Prüfung mittelst des Scalennetzes zu gewinnen. Auf Tafel **I.** ist ein solches Scalennetz verzeichnet. ab ist die längere, cd die kürzere äußere Netzlinie. Die Grade sind mit Ziffern von 0, 1 bis 30 bezeichnet, und sie convergiren natürlich von der längeren zur kürzeren Netzlinie. Jeder 5. Grad ist mit einer stärkeren Linie gezogen, um mehr in die Augen zu springen.

S t a m p f e r giebt in den Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften, Wien 1852. 3. Band, eine Methode an, mittelst eines solchen Scalennetzes Alkoholometerscalen auch dann richtig zu theilen, wenn die Scalenröhren conisch sind. Das beschriebene Verfahren ist ebenso auch für Sacharometerscalen anwendbar.

Je nach Erforderniß und Verlangen werden die einzelnen Procente noch in fünf bis zehn Theile abgetheilt, was am einfachsten und ohne sichtliche Fehler durch Theilung jedes Grades in fünf oder zehn gleiche Theile geschieht, um Unterabtheilungen eines Procentes noch direct ablesen zu können.

Ist diese Eintheilung und Bezifferung der Scala nach der einen oder der anderen Art geschehen, und auf derselben die

Temperatur angegeben, für welche sie construirt ist, so wird dieselbe mit der Gradleiter nach Außen gewendet, über einen dicken Draht zusammengerollt, so in den hohlen Stengel eingeschoben, daß der Nullpunct genau an den vorigen Platz zu stehen kommt, was nach Abwägen und Herstellung des vorigen Gewichtes des Instrumentes, durch Abmessen mit dem Zirkel nach der früher abgenommenen Distanz vom obern Rande und durch Eintauchen in reines Wasser von 14° R. Temp. controlirt wird. Auch einige andere Puncte der Procental-Scala kann man durch Eintauchen in die entsprechenden vorräthigen Zuckerlösungen controlliren, um sich dadurch die volle Überzeugung von der Genauigkeit des Instrumentes zu verschaffen. — Hierauf wird die Scala durch Anschmelzen mit etwas Siegellack an die innere Wand der Stengelröhre befestigt und das obere, bisher offene Ende derselben mittelst der Glasbläserlampe zugeschmolzen. Somit ist das Instrument zum Gebrauche fertig. Taucht man dasselbe vorsichtig in eine Zuckerlösung ein, so wird es darin bis zu einem gewissen Puncte einsinken, den man an der Procenten-Scala ablesen kann, wodurch man unmittelbar den Zuckergehalt der Flüssigkeit in Gewichtsprocenten erfährt. So viel ganze und Zehntel-Theilstriche der Scala nämlich aus der Zuckerlösung hervorstehen bleiben, die man vom Nullpuncte bis genau zum Einsenkungspuncte in die Zuckerlösung abzählt, so viel ganze und Zehntel-Gewichtsprocente Zucker sind in derselben enthalten.

Das Sacharometer ist daher ein Instrument, welches durch sein mehr oder weniger tiefes Einsinken in Auflösungen reinen Zuckers anzeigt, wie viel Gewichtstheile Zucker in 100 Gewichtstheilen dieser Lösung enthalten sind; es ist mithin ein Gewichtsprocentenmesser für Zucker in Zuckerlösungen und besitzt eine diesen Anzeigen entsprechende Eintheilung der Scala, die, wie vorstehend gelehrt wurde entworfen wird.*)

Gebrauch des Sacharometers.

Das Sacharometer zeigt den Zuckergehalt der Zuckerlösungen in Gewichtsprocenten an. Es gibt verschiedene Arten Zucker,

*) Vom Einflusse der Temperatur auf die Anzeige des Sacharometers wird erst bei der Bierwürze das Nöthige vorkommen.

wovon die im gewöhnlichen Leben und dem Zymotechniker am häufigsten vorkommenden der gemeine kristallisirbare Zucker, der krümelige Zucker (Trauben-, Obst-, Stärkezucker) und der Schleimzucker (Sirup, Melasse) sind. Für den gemeinen kristallisirbaren Zucker haben Mehre Angaben und Niemann eine vollständige Vergleichungstabelle geliefert über die den Zuckerlösungen von Procent zu Procent Zuckergehalt zukommenden specifischen Schweren. Ich habe hierüber mehrfältige, möglichst genaue Versuche gemacht, weil ich auf die erhaltenen Resultate eine neue Lehre, die Lehre von den Attenuationsgesetzen bei dem Processe der geistigen Gährung, zu gründen hatte. Die von mir erhaltenen Resultate weichen von den ältern etwas ab; sie finden sich in der Tabelle II. vollständig zusammengestellt und bilden die Grundlage des physikalischen Antheils der Gährungschemie, weßhalb sie hier ausführlich mitgetheilt werden.

Mit Hilfe dieser Vergleichungstabelle kann man nicht nur für Lösungen reinen Zuckers dienende Procentenmesser auch auf andere Weise ohne Anwendung von Zuckerlösungen anfertigen, sondern auch prüfen, ob deren Construction und Graduirung richtig ist, d. h. ob sie genaue Anzeigen liefern, indem man sie in Flüssigkeiten von bestimmten Zuckergehalten entsprechenden specifischen Schweren eintaucht, und die Tiefe des Einsinkens mit den zukommenden Theilstrichen an der Scala vergleicht. In einigen zymotechnischen Werken wird das Aräometer von Beaumé zur Bestimmung der Concentration verschiedener gährungsfähiger Flüssigkeiten anzuwenden gelehrt. Die Concentration des Runkelrübensaftes, des Sirups und der Melasse wird gemeiniglich nur nach Beaumé'schen Graden angegeben. Diese Grade müssen daher erst in Sacharometer-Procente übertragen werden, um sie verständlicher und zu vergleichenden Berechnungen brauchbar zu machen. Theils hierzu und theils für Jene, die sich etwa schon an den Gebrauch und an die Anzeigen des Beaumé'schen Aräometers gewöhnt haben möchten, theile ich die Vergleichungstabelle III. mit, um sie damit anzuleiten, die Beaumé'schen Grade in Sacharometer-Procente zu übertragen und dadurch den künftigen alleinigen Gebrauch des Sacharometers hierzu vorzubereiten. In dieser Tabelle sind die Beaumé'schen Grade mit den entsprechenden specifischen Schweren und mit den ihnen zukommenden Sacharometer-Anzeigen verglichen. Die ersteren sind nach der von mir aufgestellten For-

mel: Specif. Schwere $= \frac{144}{144-x}$ berechnet, wobei **x** die Anzahl der von dem Instrumente angezeigten Beaumé'schen Grade bedeutet. (Vergleiche den 2. Band der Mittheilungen für Gewerbe und Handel, S. 238 u. s. w.)

Will man den Zuckergehalt einer Zuckerlösung auf das Genaueste bestimmen, so prüft man sie mittelst des 1000 Gran Fläschchens auf ihre specifische Schwere und folgert aus diesem nach der vorstehenden Vergleichstabelle ihren Zuckergethalt in Gewichtsprocenten; z. B. eine Zuckerlösung besitze bei 14° **R.** Temp. eine specifische Schwere von 1.0530, so findet man in der gegebenen Vergleichungstabelle, daß sie 13 pCt. Zucker enthält. Eine andere Zuckerlösung habe eine specif. Schwere von 1.0463, so zeigt die Tabelle, daß der Zuckergehalt derselben mehr als 11, aber weniger als 12 pCt. beträgt. Um den Bruchtheil des Zuckergehaltes genau zu bestimmen, dient als Regel: daß sich die Differenz im Zuckergehalte ebenso verhält, wie die Differenz in der specifischen Schwere zwischen den Zahlen, innerhalb welcher die gefundene specif. Schwere der Zuckerlösung in der Mitte liegt, nämlich:

$$12-11 : 1.0488-1.0446 = x : 1.0463-1.0446;$$

oder kürzer:

$$1 : 0.0042 = x : 0.0017,$$

$$\text{woraus } x = \frac{0.0017}{0.0042} = \frac{17}{42} = 0.4047.$$

Der gesuchte Zuckergehalt ist daher $= 11 + 0.4047$ oder $= 11.4047$ pCt. Hieraus folgt auch folgende praktische Regel: Wenn die specifische Schwere einer Zuckerlösung nicht gerade ganze Procente anzeigt, sondern sich zwischen zwei der in der Tabelle angebebenen befindet, so bildet die Differenz der specifischen Schwere der geprüften Zuckerlösung mit dem zunächst kleinern in der obigen Tabelle den Zähler und die Differenz dieses mit dem zunächst größern den Nenner des Bruches, der jenen Antheil im Zuckergehalte anzeigt, welcher zur Zahl der ganzen Procente noch addirt werden muß; im vorstehenden Beispiele $= \frac{17}{42}$, und der gesuchte Zuckergehalt ist daher $11^{17}/_{42}$ pCt., welche Bruchzahl sich durch wirkliche Division leicht in einen Decimalbruch verwandeln läßt.

Um diese Rechnung, die nicht Jedermann geläufig ist, ent-

behrlich zu machen, habe ich die Tabelle IV. berechnet und beigegeben, worin die den Dichten der Zuckerlösungen von 0.0001 zu 0.0001 entsprechenden Zucker-Procentengehalte bereits berechnet und angemerkt sind, so daß man mit Hilfe dieser Tabelle aus der bis auf $^1/_{10}$ Gran ausgeführten Wägung der Zuckerlösung in Tausendgranfläschchen den Procentengehalt unmittelbar findet. Diese Tabelle ist so einfach und verständlich, daß sie keiner weiteren Erklärung bedarf.

Eine Vergleichung des Procentengehaltes der Auflösungen von krümeligem Zucker (Trauben-, Obst-, Stärkezucker) mit den ihnen zukommenden specifischen Schweren besitzen wir noch nicht. Es wäre offenbar sehr nützlich, eine solche zu haben; allein es ist ungemein schwierig, ja fast unmöglich, sie zu machen. Diese Schwierigkeit besteht darin, daß man den Krümelzucker nicht leicht in jenem Trockenheitszustande darstellen kann, wie den kristallisirten Zucker, was doch nothwendig ist. Ich werde aber später aus den gleichen Attenuationsverhältnissen bei der Zersetzung dieses Zuckers durch den Proceß der geistigen Gährung beweisen, daß das für gemeinen kristallisirbaren Zucker construirte Sacharometer auch genau Procente an Krümelzucker in der Lösung desselben anzeigt, daß daher die gleichprocentigen Lösungen dieser Zuckerarten gleiche specifische Schweren oder Dichten besitzen müssen.

Gewöhnliche Sirupe und Melassen sind als mehr oder weniger concentrirte verunreinigte Zuckerlösungen zu betrachten, in welchen daher das Sacharometer den Zuckergehalt nicht genau anzuzeigen vermag, weil sich neben dem Schleimzucker noch andere Substanzen — Gummi, Salze u. dgl. — in denselben gelös't befinden, welche auf die Anzeige des Sacharometers auch einen Einfluß nehmen und sie vergrößern. — Den wahren Zuckergehalt zeigt das Sacharometer in diesen Flüssigkeiten deßhalb nicht an, sondern bloß die Concentration (Dichte) derselben, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten. Dennoch ist auch hier dieses Instrument zur Bestimmung des gewünschten Verdünnungsgrades und zur Beobachtung des Gährungsverlaufes, wie später gezeigt werden wird, nicht nur vollkommen geeignet, sondern auch sehr nützlich. Diese bloßen Sacharometer-Anzeigen sind von dem durch dasselbe bestimmten wahren Zuckergehalte in Gewichtsprocenten wohl zu unterscheiden.

Nutzen des Gebrauches des Sacharometers für den Zymotechniker.

Mit Hilfe des Sacharometers ist man im Stande:

1. Eine jede Zuckerlösung auf ihren Zuckergehalt in Gewichtsprocenten zu prüfen. Wie dieß zu geschehen habe, wurde vorstehend bereits angezeigt. Man könnte diesen Zuckergehalt auch den relativen nennen.

2. Auch den absoluten Zuckergehalt einer jeden Quantität von Zuckerlösung zu bestimmen.

Es sei eine Menge Zuckerlösung von 2200 ℔ vorhanden, deren Gehalt an Zucker nach Anzeige des Sacharometers 18 pCt. ist, so findet man den absoluten Zuckergehalt aus der Proportion:

$$100 : 18 = 2200 : x,$$

woraus $x = \frac{2200 \times 18}{100} = 396$ ℔,

d. h. in 2200 ℔ dieser Zuckerlösung sind 396 ℔ Zucker enthalten. Man muß daher absoluten und Procentengehalt an Zucker in dessen Lösungen wohl unterscheiden. Der absolute Zuckergehalt bezieht sich auf jede beliebige Quantität, der relative oder Procentengehalt immer nur auf 100 Gewichtstheile der Zuckerlösung.

3. Eine jede Zuckerlösung zu einem beliebigen Gehalte an Zucker einzukochen oder zu verdünnen. Im ersten Falle läßt sich die Wassermenge im Vorhinein berechnen, welche aus der Zuckerlösung verdampft werden muß, um sie auf eine verlangte größere Concentration zu bringen, und daraus auch bestimmen, wie viel der concentrirten Zuckerlösung man erhalten werde. Allein in der Praxis im Großen ist dieß aus Unkenntniß des absoluten Gewichtes der vorhandenen Zuckerlösung oft nicht möglich, sondern man setzt die Abdampfung fort, bis eine auf 14° R. Temp. erkaltete Probe am Sacharometer die verlangte Anzahl von Zuckerprocenten zeigt.

Als Beispiel für diesen Fall nehmen wir an: es seien 2500 ℔ einer Zuckerlösung von 8 pCt. Zuckergehalt vorhanden; man will sie durch Abdampfung auf 15 pCt. Zuckergehalt concentriren, wie viel Wasser muß daraus verdampft werden und wie viel der concentrirten Zuckerlösung wird man erhalten?

Nach der vorstehenden Gleichung zur Bestimmung des absoluten Zuckergehaltes in einer Zuckerlösung ist derselbe in der

hier zum Beispiel genommenen $= \frac{2500 \times 8}{100} = 200$ ℔. Nun bleibt der absolute Zuckergehalt hier in beiden Fällen, in der verdünnten und in der eingekochten Flüssigkeit, sich gleich. Aus der Proportion:

$$15 : 100 = 200 : x,$$

$$\text{woraus: } x = \frac{200 \times 100}{15} = 1333.33 \text{ ℔},$$

ergibt sich die Menge der Zuckerlösung von 15 pCt. Zuckergehalt, die man durch Abdampfung aus 2500 ℔ 8procentiger Zuckerlösung erhalten wird. Die abzudampfende Wassermenge beträgt:

$$2500 \text{ ℔} - 1333.33 \text{ ℔} = 1166.67 \text{ ℔}.$$

Eine andere Methode, denselben Zweck ohne Abdampfung zu erreichen, ist die, in der verdünnten Zuckerlösung noch so viel Zucker aufzulösen, als erforderlich ist, um sie auf den verlangten höhern Zuckergehalt zu bringen. Man kann zwar hier auch prüfungsweise, d. h. empirisch vorgehen; allein besser ist es, die noch hinzuzusetzende Zuckermenge zu berechnen und sofort darin aufzulösen. Ersteres muß geschehen, wenn das Gewicht der Zuckerlösung nicht bekannt, Letzteres kann nur geschehen, wenn es bekannt ist, weil dessen Kenntniß als Basis der Berechnung nothwendig erscheint; z. B. es seien 1500 ℔. einer Zuckerlösung von 9 pCt. Zuckergehalt vorhanden; man will aber noch soviel Zucker zusetzen, als nothwendig ist, um sie auf 15 pCt. Zuckergehalt zu bringen, wie viel Zucker $= x$ ist hierzu nothwendig? Offenbar wird dadurch das absolute Gewicht der Zuckerlösung um das Gewicht des darin mehr aufgelösten Zuckers vermehrt, und beträgt mithin $1500 + x$ ℔. In der Lösung ist bereits eine Zuckermenge enthalten (nach der vorigen Regel) von $\frac{1500 \times 9}{100} = 135$ ℔; daher beträgt die ganze Zuckermenge $135 + x$ ℔, und nun ergibt sich die Proportion:

$$100 : 15 = (1500 + x) : (135 + x),$$

$$\text{woraus } x = \frac{9000}{85} = 105.88 \text{ ℔}.$$

Bei der Verdünnung einer concentrirten Zuckerlösung kann man ebenso empirisch vorgehen, wenn man das absolute Gewicht der Zuckerlösung nicht kennt, oder man kann die Menge des

ihr zuzusetzenden Wassers im Vorhinein berechnen, wenn ihr absolutes Gewicht bekannt ist; z. B. es seien 1700 ℔ einer Zuckerlösung von 24 pCt. Zuckergehalt vorhanden; man will sie mit Wasser so weit verdünnen, daß sie nur 15 pCt. Zucker enthält, wie viel Wasser, dessen Menge in Pfunden wir = x nennen, soll ihr zugesetzt werden, um dieß zu erreichen? Hier wird das absolute Gewicht der Zuckerlösung um die Menge des zuzusetzenden Wassers = x Pfunden vermehrt, folglich ist das absolute Gewicht der gehörig verdünnten Zuckerlösung = 1700 + x. Der sich gleichbleibende absolute Zuckergehalt der Lösung ist nach der vorigen Regel $= \frac{1700 \times 24}{100} = 408$ ℔.

Aus der Proportion:

$$100 : 15 = (1700 + x) : 408$$

findet man:

$$x = \frac{15300}{15} = 1020 \text{ ℔},$$

und das absolute Gewicht der verdünnten Zuckerlösung ist nun

$$= 1700 + 1020 = 2720 \text{ ℔}.$$

Oder: Man will eine Zuckerlösung von 75 pCt. Zuckergehalt (40° Beaumé) so weit mit Wasser verdünnen, daß sie nur 18 pCt. Zucker enthält. In welchem Verhältnisse muß sie hierzu mit Wasser verdünnt werden? In 100 ℔ der Lösung sind 75 ℔. Zucker enthalten. Aus der Proportion:

$$18 : : 100 = 75 : x$$

findet man die Menge der 18procentigen Zuckerlösung = x, welche aus 100 ℔. der 75procent. durch Verdünnung mit Wasser gewonnen werden kann. Es ist nämlich hieraus $x = \frac{7500}{18} = 416.66$ ℔.

Diese Quantität Zuckerlösung von 416.66 ℔. wird erhalten durch Verdünnung von 100 ℔. der 75procentigen mit 316.66 ℔. Wasser; daher muß diese concentrirte Zuckerlösung (Sirup) im Gewichtsverhältnisse = 100 : 316.66 mit Wasser gemischt werden. Ist das absolute Gewicht der vorhandenen concentrirten Zuckerlösung unbekannt oder kann es nicht bestimmt werden, so muß man auch hier den empirischen Weg einschlagen, nämlich unter fortwährender sorgfältiger Vermischung durch Aufrühren so viel Wasser zusetzen, bis die Prüfung der verdünnten Flüssigkeit zeigt, daß der verlangte Verdünnungsgrad erreicht ist.

Auch kann der Fall vorkommen, daß man einer gewissen Quantität einer vorhandenen Zuckerlösung noch Wasser zuzusetzen hat, um die Flüssigkeit zu einem bestimmten absoluten Gewichte zu bringen. Hier fragt es sich: Welches wird der Zuckergehalt der so verdünnten Zuckerlösung sein?

Empirisch bringt man die verlangte Wassermenge hinzu und prüft dann die gemischte Flüssigkeit mittelst des Sacharometers auf ihren Zuckergehalt, was immer geschehen muß, wenn man das absolute Gewicht (oder Volumen) der Zuckerlösung nicht kennt. Ist dieß aber bekannt, z. B. 1800 ℔. von 24 pCt. Zuckergehalt, und man will sie durch Zugießen von 1200 ℔. Wasser auf ein absolutes Gewicht von 3000 ℔. bringen, so findet man den Zuckergehalt der verdünnten Flüssigkeit auch durch Rechnung, indem der absolute Zuckergehalt der Flüssigkeiten sich hier gleich bleibt. Der absolute Zuckergehalt ist nämlich:

$$= \frac{1800 \times 24}{100} = 432 \text{ ℔.},$$

und nun findet man aus der Proportion:

$$3000 : 432 = 100 : x$$

den Zuckergehalt der gemischten Flüssigkeit in Gewichtsprocenten $= x$

$$x = \frac{43200}{3000} = 14.4 \text{ pCt.}$$

Eine solche Berechnung ist oft nothwendig, um im Vorhinein zur Kenntniß des relativen Zuckergehaltes der gemischten Flüssigkeit zu gelangen und daraus zu ersehen, ob sie nicht etwa zu verdünnt oder zu concentrirt sein wird, und um in beiden Fällen auf geeignetem Wege Abhilfe treffen zu können.

4. Es können auch die Fälle vorkommen, daß man von zwei verschieden concentrirten vorhandenen Zuckerlösungen gewisse Quantitäten zu vermischen hat, wobei es sich frägt:

a) Wie viel von einer jeden derselben anzuwenden ist, um eine gemischte Zuckerlösung von verlangtem mittlern Zuckergehalte zu gewinnen? oder

b) welchen Zuckergehalt die gemischte Flüssigkeit zeigen wird?

Bezeichnen wir die Mengen der beiden zu mischenden Zuckerlösungen und ihre Zuckergehalte in Gewichtsprocenten mit **M, P** und **m p,** die Menge der gemischten Zuckerlösung mit **W** und ihren mittlern relativen Zuckergehalt mit **g,** so ist der

absolute Zuckergehalt in diesen Flüssigkeiten nach der gegebenen Proportion und nach der daraus folgenden Regel:

$$\text{in der ersten Zuckerlösung} = \frac{M \times P}{100}$$

$$\text{in der zweiten} \quad " \quad = \frac{m \times p}{100}$$

$$\text{in der gemischten} \quad " \quad = \frac{W \times g}{100}$$

Nun ist die Summe der absoluten Zuckergehalte, der beiden zu mischenden Zuckerlösungen offenbar dem absoluten Zuckergehalte der gemischten Flüssigkeit gleich, folglich ist

$$\frac{W \times P}{100} + \frac{m \times p}{100} = \frac{W \times g}{100}$$

oder

$$M P + m p = W g.$$

Da $W = M + m$, so ist auch

$$M P + m p = (M + m) g$$

und daraus ist

$$M = \left(\frac{g - p}{P - g}\right) m.$$

$$m = \left(\frac{P - G}{g - p}\right) M \text{ und}$$

$$g = \left(\frac{M P + m p}{M + m}\right).$$

Aus diesen Werthen für M, m und g kann man für jeden gegebenen Fall ihre Größen bestimmen. Z. B. es seien zwei Zuckerlösungen vorhanden, die eine, deren Menge $M = 4000$ ℔. von 18 pCt. $= P$ Zuckergehalt, dann eine zweite in unbestimmter Menge $= m$? von 6 pCt. $= p$ Zuckergehalt. Wie viel ist von der letztern mit der ganzen erstern zu mischen, um eine gemischte Zuckerlösung von mittlerem Zuckergehalte von 12 pCt. $= g$ zu erhalten? Setzt man in der Gleichung für

$$m = \left(\frac{P - g}{g - p}\right) M$$

die Werthe, so findet man:

$$m = \left(\frac{18 - 12}{12 - 6}\right) 4000,$$

$$\text{woraus } m = \left(\frac{6}{6}\right) 4000 = 4000 \text{ ℔}$$

und das Gewicht der gemischten Zuckerlösungen

$$W = M + m = 4000 + 4000 = 8000 \text{ ℔}.$$

Oder: Man will 3000 ℔ der Zuckerlösung = M von 18 pCt. Zuckergehalt = P mit 2000 ℔ derselben = m von 6 pCt. Zuckergehalt = p vermischen; es fragt sich: Welches wird der Zuckergehalt der gemischten Flüssigkeiten sein? Setzt man in die Gleichung:

$$g = \frac{M.\,P + m\,p}{M + m} \text{ die Werthe,}$$

$$\text{so ist } g = \frac{3000 \times 18 + 2000 \times 6}{3000 + 2000}, \text{ woraus}$$

$$g = \frac{66000}{5000} = \underline{13.2 \text{ pCt.}}$$

Diese wenigen Beispiele reichen hin, um den Nutzen des Sacharometers zur Beurtheilung, Bestimmung und Feststellung der Concentration der von dem Zymotechniker bearbeiteten, zur Gährung gebrachten Zuckerlösungen ersichtlich zu machen. Die Rechnungsarten, deren Anwendung hier auf Lösungen reinen Zuckers gezeigt wurden, gelten in gleicher Art auch für jede andere Zuckerart und wie später gezeigt werden wird, auch für Malzextract, wie es in den Bierwürzen enthalten ist.

Aber eine noch größere Wichtigkeit erlangt der Gebrauch dieses Instrumentes, wenn man weiß, wie man damit

5. die Gährung der Zuckerlösungen in ihrem Fortschreiten beobachten und den Gährungsstand derselben jeden Augenblick genau bestimmen kann;

6. wie damit die Menge des durch die Gährung zersetzten Zuckers und die Menge des dabei gebildeten Alkohols näherungsweise und genau bestimmt,

7. eine jede gegohrene Flüssigkeit auf ihren Alkoholgehalt wie auf ihren Gehalt an unzersetztem Zucker (Extract) ziemlich genau geprüft und daraus auch angegebenen werden kann, wie groß die ursprüngliche Concentration oder der Zuckergehalt der Flüssigkeit war, bevor sie in Gährung versetzt wurde. Wie man zur Erreichung aller jener Zwecke das Sacharometer zu gebrauchen habe, wird später bei der Betrachtung des Gährprocesses gelehrt werden.

Von andern Aräometern zur Bestimmung der Gradhaltigkeit oder des Alkoholgehaltes des Branntweins und Weingeistes wird später beim Alkohol die Rede sein.

Von der Wärme.

Die Wärme ist für den Zymotechniker in doppelter Beziehung von großer Wichtigkeit: einmal, weil er sie bei Ausführung seiner Processe häufig und auf verschiedene Art benützt, das andere Mal, weil sie sich bei den von ihm unternommenen Processen selbst erzeugt, darauf wesentlichen Einfluß nimmt und über den Verlauf und guten Erfolg derselben Aufschluß gibt. Er muß daher die Art, Wärme zu erzeugen und sie zur Erhitzung zu benützen, die Eigenschaften und Wirkungen derselben, ihr Verhalten gegen die ponderablen Stoffe, so wie die Art und Weise, sowohl ihre Intensität als Quantität zu bestimmen und zu beurtheilen, genau kennen. Es kann aber hier nur dasjenige von der Wärme in Erinnerung gebracht werden, was für den Zymotechniker besonders wichtig ist; ein vollständiger Unterricht über dieselbe muß in physikalischen Schriften gesucht werden.

Die Wärme übt drei Hauptwirkungen auf die Körper aus, und zwar:

a) durchdringt sie alle Körper und erwärmt sie dadurch;

b) dehnt sie alle Körper aus, und

c) ändert sie die Aggregatsform derselben.

Bei der folgenden Betrachtung dieser Wirkungen der Wärme werden wir uns nicht an die hier gegebene Ordnung derselben binden, sondern sie in der Art abhandeln, wie es uns scheint, daß sie am verständlichsten sein dürfte.

Was man unter Wärme und Wärmestoff versteht, wird als bekannt vorausgesetzt.

Ausdehnung der Körper durch die Wärme.

Die Wärme dehnt (mit wenigen Ausnahmen, die eine andere Erklärung zulassen) alle Körper aus; wenn der erwärmte und dadurch ausgedehnte Körper abkühlt, so nimmt er sein voriges Volumen wieder an. Diese Ausdehnung ist bei gasförmigen Körpern am größten, kleiner bei tropfbarflüssigen und am kleinsten bei den starren Körpern. Auch unter einander zeigen Körper von gleicher Aggregatsform, aber von ungleicher Art eine verschiedene Ausdehnung für denselben Tem-

peraturgrad; selbst ein und derselbe Körper zeigt für eine gleiche Zunahme der Temperatur keine gleiche Ausdehnung. Bei einigen Körpern erfolgt innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen die Ausdehnung ziemlich gleichförmig, wie z. B. bei den Gasen, bei dem Quecksilber zwischen dem Frost- und Siedepuncte des Wassers. Den Bruchtheil der Längendimension eines Körpers, um welchen er sich für jeden Grad der Centesimal-Scala ausdehnt, nennt man seinen Ausdehnungs-Coefficienten. Man hat ihn durch Versuche für viele Körper bestimmt; und findet in physikalischen Schriften Nachweisungen darüber. Der Zymotechniker muß auf die Ausdehnung mehrerer Körper in der Wärme und Zusammenziehung derselben in der Kälte Rücksicht nehmen. Da die Ausdehnung der Körper mit deren Wärmezunahme in Proportion steht, so macht man davon Anwendung zur Messung der Temperaturen. Von den dazu gebrauchten Instrumenten wird besonders gehandelt werden.

Der Zymotechniker wendet Siedegeräthe von Eisen und Kupfer an, welche über einem Feuerraum eingemauert werden; sie dehnen sich bei der Erhitzung mehr als das Mauerwerk aus und treiben es nicht selten aus einander. Es muß dafür gesorgt werden, daß ein solches Zerreißen des Mauerwerks, wodurch es beschädigt würde, nicht Statt finden kann. — Die Malzdarrplatten sind von Eisen; sie müssen so gelegt werden, daß sie sich für die vorkommende Temperaturdifferenz frei ausdehnen und zusammenziehen können, ohne sich zu verkrümmen. Bei den Braukesseln und Destillirgeräthen werden Hähne von Messing sowohl für Flüssigkeiten als für Dämpfe angewendet. Wenn sie auch für die gewöhnliche Temperatur dicht schließend angefertigt werden, so verlieren sie diese nothwendige Eigenschaft bei der Erhitzung. Bei gleichem Materiale dehnt sich die äußere Hülle mehr aus, als der Wirbel derselben, und sie werden undicht. Man macht daher den Wirbel von Rothguß, welcher sich mehr als Gelbguß ausdehnt und bei der Erhitzung demnach dicht schließt. Die gegohrenen Flüssigkeiten, der Branntwein und Weingeist, ziehen sich, wenn sie in die kühlen Lagerkeller gebracht werden, durch Erkältung zusammen, weßhalb ein Auffüllen der Gefäße nothwendig wird. Bei der Bestimmung der specifischen Schweren von starren Körpern sowohl als von Flüssigkeiten muß auf die Temperatur derselben besonders geachtet werden; denn sie dehnen sich in der Wärme aus und

werden dadurch specifisch leichter, in der Kälte dagegen durch Zusammenziehung specifisch schwerer. Deßhalb muß entweder diese Bestimmung immer bei einer und derselben mittleren Temperatur, z. B. von 14° R., geschehen, oder man muß die Temperatur angeben, bei welcher derlei Bestimmungen gemacht werden, um für Vergleichungen die etwa nöthigen Correctionen anbringen zu können. Von besonderem Einflusse ist diese Ausdehnung durch Erwärmnng und Verdichtung durch Abkühlung bei dem Weingeist und Branntwein, weßhalb dabei besonders auf die Temperatur derselben geachtet werden muß, wenn man aus ihrer Dichte den Alkoholgehalt derselben zu bestimmen hat.

Die Ausdehnung steht mit dem Grade der Erwärmung der Körper bis zu einer gewissen Grenze im Verhältuisse, so daß man das Maß der Ausdehnung eines erwärmten Körpers als den Grad seiner Erwärmung ansehen kann. Darauf gründet sich die Construction und Anwendung der Wärmemesser oder Thermometer zur Bestimmung des Grades der Erwärmung — der Temperatur — durch die Größe der erfolgten Ausdehnung des erwärmten Korpers. Körper, die man dazu anwendet, nennt man thermometrische Mittel. Als solche dienen Gase, Weingeist, Quecksilber, starre Metalle, Metallgemische ꝛc. Der Zymotechniker hat es bloß mit denjenigen Thermometern zu thun, in welchen man sich des Quecksilbers als thermometrisches Mittel bedient und die man Quecksilber-Thermometer nennt. Von diesen Instrumenten und deren Gebrauch in der Zymotechnie soll hier zunächst gehandelt werden.

Anwendung des Thermometers in der Gährungschemie.

Das Thermometer ist ein für die sämmtlichen, in der Gährungschemie vorkommenden Operationen überaus wichtiges Instrument, ohne dessen Anwendung man immer im Dunkeln tappen und nie dahin gelangen wird, den Verlauf der vorhergehenden Processe gehörig zu beobachten zu verfolgen und einzusehen, den Gang seiner Operationen und Processe mit Sicherheit zu leiten und sich des guten Erfolgs derselben zu versichern.

Die Construction der Quecksilber-Thermometer gründet sich auf die gleichförmige Ausdehnung des Quecksilbers in der Wärme

bei mittlern Temperaturen. Die Größe der Ausdehnung des Quecksilbers in der Wärme ist daher das Maß der Temperatur und wird vermöge der eigenthümlichen Construction mittelst des Thermometers beobachtet und nach einer zwischen gewissen fixen Puncten als Grenzen angebrachten Scala in einer angezeigten Anzahl von Graden ausgedrückt.

Die Kenntniß der Construction und des Verfahrens, richtige, übereinstimmende Thermometer anzufertigen, muß hier vorausgesetzt werden. Je nach den angenommenen fixen Puncten oder je nach der Anzahl Grade, in welche man die Distanz zwischen beiden eintheilt — eine Eintheilung, welche man die Scala und die Abtheilungen derselben Grade nennt —, unterscheidet man vorzüglich dreierlei solche im Gebrauch befindliche Instrumente, als:

1. das von Reaumur, welches in Teutschland und bei uns in Böhmen,

2. das von Celsius oder das Centesimal-Thermometer, welches in Frankreich und besonders bei wissenschaftlichen Arbeiten, dann

3. das von Fahrenheit, welches in England und in den davon abhängigen Ländern angewendet wird.

Der eine fixe Punkt ist bei allen drei Thermometern gleich und entspricht der Ausdehnung des Quecksilbers im siedendheißen Wasserdampf bei 28 alt Pariser Zoll Barometerstand; man nennt ihn den Siedepunct. Der zweite fixe Punct entspricht bei Reaumur und Celsius der Zusammenziehung des Quecksilbers im schmelzenden Schnee; man nennt ihn den Eis- oder Frostpunct. Fahrenheit bestimmt seinen Frostpunct auf künstliche Weise in einer Frostmischung aus gleichen Gewichtstheilen Schnee und Salmiak; er liegt mithin tiefer als der natürliche Frostpunct.

Reaumur theilt die Entfernungen zwischen beiden fixen Puncten in 80 gleiche Theile oder Grade ein; er bezeichnet den Siedepunct mit 80, den Frostpunct aber mit 0, und trägt noch 32 solcher Grade unter den Frostpunct, dann, wenn es die Länge des Instrumentes zuläßt und es verlangt wird, auch noch dieselben Grade über den Siedepunct auf die Scala auf, was nach Umständen bis zu 240 Graden geschehen kann. Grade über 0 heißen Wärmegrade, und werden entweder gar nicht oder mit dem Zeichen +, Grade unter 0 heißen Kältegrade und

werden mit dem Zeichen —, Grade überhaupt werden mit einem Ringelchen (°) als Exponenten und jene von Reaumur mit R. bezeichnet.

Celsius theilt den Raum zwischen dem Frost- und Siedepuncte in 100 Grade ein, daher seine Scala auch die Centesimal-Scala genannt wird; er trägt noch 40 solcher Grade unter 0 auf, und setzt die Theilung über 0, je nach Umständen, bloß bis 100 oder auch bis 300 Grade fort. Dessen Grade bezeichnet man mit C. Fahrenheit bezeichnet den Siedepunct mit 212, den künstlichen Frostpunct mit 0, und theilt den Raum zwischen beiden in 212 Grade, die durch die Bezeichnung mit F. von den erstern unterschieden werden. Im schmelzenden Schnee zeigt dieses Instrument 32 Grade; daher ist bei demselben die Distanz vom Siedepunct bis zum natürlichen Frostpunct in 212 — 32 = 180 Grade eingetheilt. Mithin verhalten sich die Grade dieser Thermometer wegen ihrer verschiedenen Eintheilung innerhalb gleicher fixer Puncte zu einander:

$$R : C : (F - 32) = 80 : 100 : 180$$

$$\text{oder abgekürzt} = 4 : 5 : 9.$$

Daraus resultiren folgende Reductionsformeln:

$$R = \frac{4\,C}{5} = \left(\frac{F - 32}{9}\right) 4.$$

$$C = \frac{5\,R}{4} = \left(\frac{F - 32}{9}\right) 5.$$

$$F = \left(\frac{9\,R}{4}\right) + 32 = \left(\frac{9\,C}{5}\right) + 32.$$

Hiernach kann der Zymotechniker sehr leicht die erforderlichen Reductionen der Grade einer Scala in die der andern vornehmen. Bei Fahrenheit's Thermometer gelten diese Formeln nur für Grade über seinem Nullpunct; da es der Zymotechniker aber nur mit Graden über dem natürlichen Frostpuncte zu thun hat, so sind sie für seinen Gebrauch vollkommen hinreichend.

Um Denjenigen zu dienen, welchen diese Rechnung unbequem sein möchte, lassen wir unter V. eine Vergleichungstabelle folgen, für Temperaturen über 0, die dem Zymotechniker vorzüglich wichtig sind.

Der Zymotechniker muß die Temperaturen der von ihm bearbeiteten Körper und Flüssigkeiten prüfen und nach seinen Zwecken regeln; er muß die Temperaturen der Localitäten kennen, in welchen er seine Processe unternimmt, und sie erniedri-

gen und erhöhen können. Er muß daher mehre für diese Anwendungen geeignete Thermometer besitzen und damit fleißig Beobachtungen machen; er muß auch, um fremde, sein Fach betreffende Schriften zu verstehen, die erforderlichen Vergleichungen der verschiedenen Thermometer-Scalen vornehmen können, wozu ihm vorstehend Anleitung gegeben wurde.

Bestimmung der Wärme-Quantität.

Mittelst des Thermometers wird die Wärme-Intensität — der Grad der Erwärmung — bestimmt. Oft kommt man in die Lage, auch die Quantität Wärme zu bestimmen, die ein Körper aufgenommen hat, um eine gewisse Temperatur anzunehmen, oder die bei der Verbrennung einer gewissen Quantität Brennstoff frei und benützbar wird. So wie wir zur Bestimmung der Temperatur keinen absoluten Maßstab haben, ebenso besitzen wir zur Bestimmung der Wärme-Quantität nur den Weg der Vergleichung. Man ist übereingekommen, jene Quantität Wärme, welche erforderlich ist, 1 ℔ Wasser um einen Grad nach der Centesimal-Scala zu erhitzen, eine Wärmeeinheit zu nennen. Sie wird mit W. E. bezeichnet. Nach dieser Annahme lassen sich alle erforderliche Berechnungen von Wärme-Quantitäten machen, ohne daß man die Menge Wärme kennt, die eine W. E. ausmacht; wir machen bloß Vergleichungen damit. So enthält 1 ℔ Wasser von 5° C. Temperatur 5 W. E. 100 ℔ Wasser von 100° C. 100 W. E. Gleicherweise enthalten 5 ℔ Wasser von 1° C. Temperatur 5 W. E. und 100 ℔ Wasser von 1° C. 100 W. E.

Eine solche Bestimmung und Kenntniß der Wärme-Quantität würde indeß weniger nützen, wenn sie nicht weitere Betrachtungen zuließe über den zur Erzeugung einer gewissen Quantität Wärme erforderlichen Brennstoffaufwand. Rumford, Peclet, Clément, Despretz ꝛc. haben genaue Versuche angestellt, um die Wassermenge zu bestimmen, die beim Verbrennen von 1 ℔ verschiedener Brennstoffe vom Frostpunct bis zum Siedepunct erhitzt werden kann, wozu sie sich eigener, zweckmäßig construirter Vorrichtungen bedienten, die man Calorimeter nennt, und sie haben diesen Effect in einer Anzahl von Wärme-Einheiten ausgedrückt. Für den Zymotechniker haben folgende Resultate Interesse.

Es entwickelt bei der Verbrennung Wärme-Einheiten:

1 ℔	lufttrockenes Holz mit 25 pCt. Wassergehalt	2600.
„	gedarrtes Holz	3500.
„	Holzkohlen	7050 — 7300.
„	Schwarzkohlen, backende	6000.
„	Coaks mit 15 pCt. Aschengehalt	6500.
„	Braunkohlen, lufttrocken	3600 — 4000.
„	Torf von guter Qualität	3000.
„	Torfkohle mit 18 pCt. Asche	6400.
„	Weingeist von 42° B.	6195.
„	dto. „ 35° „	5261.

Bemerkenswerth ist, daß 3/4 ℔ vollkommen trockenes oder gedarrtes Holz, die in 1 ℔ lufttrockenem Holze enthalten sind, bei der Verbrenuung 3500 × 0.75 = 2625 W. E., mithin nur um 25 W. E. an Wärme mehr entwickeln, als 1 ℔ lufttrockenes Holz, so daß durch die künstliche Darrung des Holzes kein wesentlicher ökonomischer Vortheil in Beziehung auf Ersparniß an Brennstoff zu erreichen ist, wenn auch zur Darrung selbst kein Brennstoff aufgewendet würde. Aber es wird bei der Verbrennung des gedarrten Holzes eine größere Intensität der Wärme — ein höherer Temperaturgrad — hervorgebracht, und dieß ist für gewisse Fälle in der Praxis sehr wichtig. Dividirt man die Anzahl der Wärme-Einheiten, welche 1 ℔ der genannten Brennstoffe bei seiner Verbrennung entwickelt, mit 100, als dem Gehalte von 1 ℔ kochenden Wasser an W. E., so erhält man die Anzahl Pfunde Wasser, welche damit vom Frostpunct bis zum Siedepunct erhitzt werden können.

Der wässerige Weingeist verhält sich hierbei zum concentrirten, wie lufttrockenes Holz zum gedarrten; aber der letztere erzeugt bei seiner Verbrennung auch eine höhere Temperatur.

Um vorläufig die Anwendung dieser Kenntniß zu zeigen, wollen wir annehmen, daß 3600 ℔ Wasser von 10° C. Temp. bis zum Sieden (100° C.) zu erhitzen sind. Wie viel Pfunde Holz, Schwarzkohlen oder Torf werden dazu erforderlich sein? Folgende Rechnungen, auf vorstehende Erfahrungen basirt, werden darüber belehren.

Um 3600 ℔ Wasser von 10° C. bis 100° C., folglich um 90 Grade nach der Centesimal-Scala zu erwärmen, sind für jedes Pfund Wasser 90 Wärme-Einheiten erforderlich; wie viel W. E. = x sind nothwendig, um 3600 ℔ Wasser so weit zu

erhitzen, oder:

$$1 : 90 = 3600 : x,$$

woraus

$$x = 324000 \text{ W. E.},$$

d. h. es sind dazu 324000 Wärme-Einheiten erforderlich. Um zu erfahren, wie viel von den genannten Brennstoffen aufgewendet werden muß, um jene Quantität Wärme hervorzubringen, muß diese mit jener verglichen werden, welche 1 ℔ der genannten Brennstoffe erzeugt. Hiernach erhalten wir für das lufttrockene Holz die Proportion:

$$2600 : 1 = 324000 : x,$$

woraus die Menge Holz in Pfunden

$$= x = \frac{324000}{2600} = 124.6 \text{ ℔};$$

für die Braunkohlen:

$$3800 : 1 = 32400 : x$$

woraus $x = 85{,}26$ ℔ Braunkohlen,

für die Schwarzkohlen:

$$6000 : 1 = 324000 : x,$$

woraus $x = 54$ ℔ Schwarzkohlen;

für den Torf:

$$3000 : 1 = 324000 : x,$$

woraus $x = 108$ ℔ Torf.

Dieses zur Erreichung des beabsichtigten Zweckes berechnete Brennstoff-Quantum ist aber in der Praxis nicht hinreichend, weil die fragliche Erhitzung ohne bedeutende Wärmeverluste nicht Statt finden kann. Zur genauen Berechnung dieser Wärmeverluste fehlt jedoch der Maßstab.

Indessen lehrt die Erfahrung, daß bei zweckmäßiger Feuerungs-Construction mit dem doppelten des berechneten Brennstoff-Quantums ausgelangt werden kann, wobei die Wärmeverluste mithin 50 pCt. des Aufwandes betragen, obwohl sie häufig noch viel größer sind.

Demnach wären zur Erhitzung von 3600 ℔ Wasser von 10° C. bis zum Sieden 249 ℔ Holz, oder 170.5 ℔ Braunkohlen, oder 108 ℔ Steinkohlen, oder 216 ℔ Torf erforderlich. Diesem Brennstoff-Aufwande wird man sich nun durch gute Feuerungs-Constructionen, so wie durch zweckmäßige Behandlung des Feuers nähern müssen, und das ist auch die für die Praxis wichtige Erkenntniß, welche aus diesen und ähnlichen

Berechnungen hervorgeht. Mehr darüber wird noch später vorkommen.

Es ist wohl kaum nöthig zu erinnern, daß die Wirkung der Brennstoffe, besonders der mineralischen, je nach ihrer Qualität und chemischen Zusammensetzung verschieden ist und daß daher die darüber vorstehend mitgetheilten Zahlen nur als Mittelzahlen zu betrachten sind. Einen großen Einfluß hierauf nimmt auch die Größe ihres Aschengehaltes.

Wärme-Erzeugung.

Die Quellen der Wärme sind sehr mannichfaltig, als: die Sonne, Elektricität und Magnetismus, der Lebens- und Vegetationsproceß, Druck, Reibung, Stoß (Verdichtung), chemische Processe. Der Zymotechniker hat es nebst mit dem Vegetationsproceß vorzugsweise auch mit den letztern zu thun, und dazu gehören insbesondere jene chemischen Processe, welche die sogenannte Verbrennung, dann die Gährung, Fäulniß und Verwesung in sich begreifen.

Die Verbrennung dient dem Zymotechniker zur Erzeugung von Wärme für die Ausführung seiner anderweitigen Processe. Dazu bedarf er der Brennstoffe. Als solche werden nur rohe, mit Flamme brennende Brennmaterialien, wie Holz, Torf, Schwarzkohlen und Braunkohlen, verwendet. Damit diese mit der größten Wirkung verbrennen, muß ihre Verbrennung so geleitet werden, daß sie dabei nicht nur die größtmögliche Menge Wärme erzeugen, sondern auch die höchstmögliche Temperatur hervorbringen; denn nur jene Wärme ist benutzbar, welche bei der Verbrennung wirklich frei wird. Nebstdem hängt von der dabei hervorgebrachten Wärme-Intensität die Schnelligkeit der Wärmeleitung oder Mittheilung der Wärme ab; denn je größer die Differenz der Temperaturen zwischen dem die Erhitzung bewirkenden Feuer und der zu erhitzenden Flüssigkeit ist, desto schneller geht die Erhitzung der letztern vor sich. Zur Erreichung dieses Zweckes muß das gebrauchte Brennmateriale auf eine zweckmäßige Weise verbrannt werden, die Feuerung entsprechend construirt sein, und auch die metallenen Siedegefäße, in welchen die Erhitzung der von dem Zymotechniker bearbeiteten Flüssigkeiten ge-

schieht, müssen eine dazu dienliche Form besitzen. Von den beiden letztern Umständen soll später am geeigneten Orte, von der zweckmäßigsten Verbrennung aber hier gehandelt werden. Es ist dieß nothwendig, weil man dabei meistentheils noch sehr schleuderhaft zu Werke geht und eine Anleitung zur vortheilhaftern Benützung der Brennstoffe hier ganz am rechten Orte sein dürfte.

Zur Verbrennung gehören zwei Körper, nämlich ein die Verbrennung erleidender, das Brennmateriale, und ein zweiter welcher die Verbrennung unterhält, die atmosphärische Luft. Nebstdem gehört dazu noch, um die Verbrennung einzuleiten, Entzündung des Brennstoffes. Die atmosphärische Luft wirkt verbrennend vermöge ihres Gehaltes an Oxygengas, aber die Verwandschaft dieses zu dem Brennstoffe wird erst bei der Entzündungstemperatur thätig. Ist einmal die Entzündung erfolgt, so geht die Verbrennung ohne Unterbrechung vor sich, so lange Brennstoff vorhanden ist und atmosphärische Luft demselben zutritt. Sperrt man den Zutritt der atmosphärischen Luft zu dem Feuer ab, oder nährt man dasselbe nicht durch Ersatz des bereits verbrannten Brennstoffes, so hört die Verbrennung auf. Eine bestimmte Quantität Brennstoff bedarf einer entsprechenden Quantität atmosphärischer Luft zur vollkomenen Verbrennung und erzeugt dadurch auch eine proportionale Quantität Wärme. Da nun die von dem Zymotechniker bearbeiteten Flüssigkeiten auch nur eine bestimmte Quantität Wärme zur Erhitzung, zur Abdampfung ꝛc. bedürfen, diese Zwecke aber in einer gewissen Zeit erreicht werden sollen, so ist daraus klar, daß dadurch die Menge des in dieser Zeit zu verbrennenden Brennstoffes gegeben ist, und darnach richtet sich die Größe der ganzen Feuerungsanlage. Sie muß von solcher Art sein, daß jenes Brennstoffquantum in der gegebenen Zeit auch wirklich verbrennen kann, um den beabsichtigten Zweck erreichen, und dieß bestimmt die Größe der ganzen und freien Rostfläche, auf welcher die Verbrennung geschieht, dann die Weite und Höhe der Kamine, durch welche nicht nur die Schnelligkeit des Abzuges der Verbrennungsproducte (des Rauches), sondern auch der zu dem Feuer hinzutretenden atmosphärischen Luft, die Stärke des Luftzuges bedingt wird.

Damit die Brennstoffe mit der größten Wirkung verbrennen, müssen sie im trockenen und gehörig zerkleinerten Zustande der

Verbrennung unterworfen werden. Das Holz soll vollkommen lufttrocken und dünn gespaltet sein; es erzeugt dann nicht nur die ihm zugehörige Quantität Wärme, sondern auch einen höhern Temperaturgrad, was unter allen Umständen vortheilhaft ist. Es soll auf einmal nicht zu viel Brennstoff in den Feuerraum zugeschürt werden, sondern es ist besser, weniger auf einmal, aber öfters davon zuzulegen. Seine Verbrennung erfolgt unter diesen Umständen vollkommener, ist daher mit mehr Wirkung verknüpft. Ebenso soll nicht mehr atmosphärische Luft dem Feuer zuströmen, als zur Verbrennung des Brennstoffes wirklich nothwendig ist, und diese ganze Luftmasse soll gezwungen sein, von Unten nach Oben durch das Feuer zu strömen, damit sie zur Verbrennung wirklich dienen könne. Jedes Luftquantum, welches die Heizung durchströmt, ohne zur Verbrennung wirklich gedient zu haben, schwächt die Wirkung des Feuers. Deßhalb soll die Verbrennung nicht nur auf einem Roste geschehen, sondern der Feuerraum soll auch durch feste Wände bis auf eine gewisse Höhe eingeschlossen sein, damit alle atmosphärische Luft, welche dem Feuer zuströmt, gezwungen werde, durch dasselbe zu streichen, ohne unbenützt neben dem Feuer vorübergehen zu können. Aus demselben Grunde soll auch die Feuergasse mit einer gut schließenden Thüre — der Feuer- oder Heizthüre — versehen sein und nur dann geöffnet werden, wenn eben Brennmateriale nachgelegt wird. Zur Regulirung des Luftzuges ist es noch nothwendig, auch den Aschenfall mit einer gut schließenden Thüre zu versorgen. — Es ist zu wünschen, daß auf die Bedienung der Feuerungen besser Bedacht genommen und mehr Sorgfalt verwendet werde, als bisher geschehen ist. Große Quantitäten von Brennstoff können schon allein dadurch erspart werden.

Die rohen Brennstoffe wirken vorzugsweise erhitzend durch die Flamme, welche sie bei ihrer Verbrennung geben. Will man daher die größte Menge Wärme und die höchste Wärme-Intensität hervorbringen, so muß die Verbrennung so geleitet werden, daß die Brennstoffe dabei in die möglich größte Menge mit Flamme brennender gasförmiger Producte zerlegt werden. Man erreicht dieß bei Beobachtung der obigen, für die Unterhaltung des Feuers gegebenen Vorschriften. Die Flamme ist nichts anderes, als in der Verbrennung begriffenes brennbares Gas. Die glühenden Kohlen, welche vorzüglich bei un-

vollkommener Verbrennung auf dem Roste zurückbleiben, geben bei ihrer Verbrennung jene Quantität und Intensität der Wärme nicht mehr, als die rohe Brennstoffmenge, woraus jene Kohlen entstanden sind. Die Wärme, welche durch die Verbrennung frei wird, wird theils von dem Feuer ausgestrahlt, theils in den Producten der Verbrennuug — dem sogenannten Rauche — aufgehäuft. Die gas- und dampfförmigen Producte der Verbrennung sind daher die Träger der durch letztere erzeugten Wärme. Ihnen muß diese Wärme entzogen werden, um sie benützen zu können. Dieß geschieht durch Wärmestrahlung und durch Wärmeleitung; aber diese Wärmemittheilung erfolgt nicht plötzlich, sondern es gehört dazu eine gewisse Zeit. — Auch ist dabei zu berücksichtigen, daß die heißesten Theile der Flamme und des Rauches zugleich auch die leichtesten sind, weßhalb sie vorzugsweise, nach Oben gedrängt werden; daß daher die Ableitung der bereits ihrer Wärme größtentheils beraubten Verbrennungsproducte (des Rauches) nicht von oben Statt finden solle, weil dadurch gerade die heißesten Theile desselben ihren Abzug finden und ihre Wärme der Benützung entgehen würde, sondern der bereits seiner Wärme größtentheils beraubte Rauch, welcher nun seiner durch Abkühlung und Verdichtung angenommenen größern Schwere folgend, nach Unten sinkt, muß auch von da in den Schornstein abgeführt werden. Die Berücksichtigung dieser Umstände und der verschiedenen Zwecke der Feuerungen bedingen die Construction derselben, die natürlich dem jedesmaligen Zwecke angepaßt sein muß. Ihrer mehr oder minder geschickten Anwendung entspricht auch ihre Wirkung. Mehr davon wird im praktischen Theile bei der Betrachtung der Kesselfeuerungen vorkommen. Für die fleißige Reinigung des Rostes und Aschenfalles, dann der Rauchcanäle muß gesorgt werden; denn dadurch wird der Luftzug bedingt. Man hat neuerer Zeit bei den Feuerungen mehre Verbesserungen angebracht, die ihrem Zwecke mehr oder weniger entsprechen. Sie bestehen

a) in der Anwendung doppelter Roste, wovon der untere etwa 6 Zoll unter dem obern liegt, auf welchem letzteren die Verbrennung vorgenommen wird. Insofern dadurch der Luftzug nicht gehindert wird und eine Vorwärmung der zu dem Feuer strömenden Luft eintritt, mag dadurch eine bessere Wirkung — nämlich die Erzeugung einer höhern Temperatur bei der Verbrennung — bedingt werden.

b) In der Anwendung rauchverzehrender Vorrichtungen, indem man in dem Momente, wo der Rauch, welcher noch mehre brennbare Stoffe (Dampf von brenzlichem Öl und Ruß) enthält, so wie man zu sagen pflegt, die Flamme verläßt, einen dünnen Strom erwärmter Luft in denselben leitet, welcher eine Verbrennung jener brennbaren Theile bewirkt. In der neuern Zeit hat man mehre sinnreiche Vorrichtungen dazu ausgedacht und mit mehr oder weniger Vortheil angewendet.

c) In der Anwendung mechanischer Vorrichtungen, durch welche ein in bestimmten Zeiträumen vor sich gehendes regelmäßiges Beschütten des Rostes mit Brennmateriale (Nachlegen) bewirkt wird, ohne die Heizthüre öffnen zu müssen, was immer eine Abkühlung des erhitzten Kesselbodens zur Folge hat und dessen Zerstörnng vor der Zeit beschleunigt.

d) In der Anwendung künstlicher Luftzuführung durch Ventilatoren bei ganz geschlossenen Feuerungen statt des natürlichen Luftzuges. Der Wind wird unter den Rost geführt. Es soll sich dabei eine bedeutende Ersparniß von Brennstoff herausstellen, aber das Ventilator-Gebläse bedarf einer eigenen Kraft zur Bewegung. —

e) In einer eigenthümlichen Construction des Feuerraums, wobei der Rost sehr tief (bis 4 Fuß) unter den Kesselboden gelegt wird, der Feuerraum nach oben sich verengt und in die Verengung von Außen frische atmosphärische vorgewärmte Luft zur vollkommenen Rauchverbrennung zugeleitet wird, der Feuerraum aber unter dem Kesselboden sich wieder erweitert. Dadurch wird ein stärkerer Luftzug, eine raschere, vollständigere Verbrennung und in Folge beider eine höhere Temperatur hervorgebracht, welche eine bedeutende Brennstofferſparniß bedingt. Prof. Siemens und Dr. Gall haben diese Feuerungs-Constructionen mit Vortheil angewendet.

Bei dem Keimen der Getreidearten ensteht ebenfalls Wärme. An den einzelnen Samenkörnern ist diese Temperaturs-Zunahme nicht bemerkbar, weil unsere Instrumente, welche wir zu ihrer Beobachtung anwenden, theils zu wenig empfindlich sind, theils weil sich diese Temperatur mit jener der umgebenden Atmosphäre durch Ableitung der Wärme zu schnell ausgleicht.

Aber wenn größere Massen von Getreidesamen über einander liegend keimen, wird diese Temperaturs-Zunahme sehr merklich und kann selbst bis zu einem beträchtlichen Grade ge-

trieben werden. Von dieser frei werdenden Wärme, welche eine Folge des beginnenden Vegetationsprocesses in den keimenden Samen ist, macht der Zymotechniker keinen Gebrauch. Aber er muß auf ihre Entwickelung Rücksicht nehmen; denn sie hat einen wichtigen Einfluß auf die Beschaffenheit des erzeugten Getreidemalzes und auf jene der daraus bereiteten gegohrenen Getränke. Deßhalb muß er sie kennen und im Stande sein, diese Zunahme der Temperatur nach Erforderniß zu regeln.

Auch der Gährproceß ist eine Quelle der Wärme; sie gibt sich durch eine Zunahme der Temperatur der gährenden Flüssigkeit zu erkennen. Bei kleinen Mengen gährender Flüssigkeiten ist diese Wärme-Zunahme weniger wahrnehmbar, weil die Temperatur der Umgebung, der äußern Atmosphäre, darauf zu mächtig ausgleichend wirkt. Desto merklicher ist sie bei der Gährung größerer Massen von Flüssigkeiten, wobei sie, nach Umständen, bis 10 und 15° C. über die ursprüngliche Temperatur der in die Gährung versetzten Flüssigkeit steigt. Auch von dieser frei werdenden Wärme macht der Zymotechniker direct keinen Gebrauch; sie trägt aber offenbar zufällig dazu bei, die Temperatur der Gährlocalitäten zu erhöhen und diese auf einem gewissen mittlern Standpuncte zu erhalten. Auch ist es dem Zymotechniker nützlich, wenn er sie beobachtet, weil er dadurch über den Verlauf des Gährprocesses Aufschluß erhält.

Noch eine dem Zymotechniker bemerkbare Quelle der Wärme ist jene, welche frei wird bei der Vermischung des Alkohols oder Weingeistes mit Wasser. Sie ist eine Folge der Verdichtung, welche beide Flüssigkeiten bei ihrer Vermischung erleiden, und weder von großer Bedeutung noch von Anwendbarkeit; aber sie muß berücksichtigt werden, wenn es sich um die Ermittelung des Alkoholgehaltes eines solchen Gemisches handelt, weil man hierbei abwarten muß, bis die Temperatur desselben auf jene herabgekommen ist, bei welcher die Bestimmung des Alkoholgehaltes der gemischten Flüssigkeiten zu geschehen hat.

Wärmleitung.

Die Fähigkeit der Körper, Wärme aufzunehmen, sich dadurch in denjenigen Zustand zu versetzen, welchen wir den erwärmten nennen, diese Wärme in sich zu verbreiten und bei

unmittelbarer Berührung wieder an andere Körper abzugeben, nennt man die Wärmeleitung. Wir finden bei aufmerksamer Beobachtung, daß die Wärmeleitungs-Fähigkeit der Körper sehr verschieden ist. Alle Körper können erwärmt oder in den erwärmten Zustand versetzt werden; aber einige Körper nehmen die Wärme schneller, andere langsamer auf. Um bis zu derselben Temperatur erhitzt zu werden, nehmen einige Körper mehr, andere weniger Wärme auf. Sind verschiedene Körper zu einer gleichen Temperatur erhitzt, so kühlen sie in derselben Zeit mehr oder weniger ab, oder um zu derselben Temperatur abzukühlen, bedürfen sie einer verschiedenen Zeit. Besitzt die Wärmequelle — das Feuer —, mittelst welcher die Erhitzung zweier ganz gleicher Körper geschieht, eine verschiedene Temperatur, so erhitzt sich der Körper in der heißern Wärmequelle schneller als in der minder heißen.

Die Erwärmung der Körper ist daher bedingt:

a) Durch den Grad der Wärmeleitungs-Fähigkeit der zu erhitzenden Körper;

b) durch die Zeitdauer der Erhitzung;

c) durch die Differenz der Temperaturen zwischen dem Feuer als Erwärmungsquelle und dem zu erwärmenden Körper;

d) durch die Form der Masse, in welcher man den Körper der Erwärmung (oder Abkühlung) aussetzt.

Diese verschiedenen Umstände, welche auf die Erwärmung Einfluß nehmen, müssen hier einer nähern Betrachtung unterzogen werden, weil der Zymotechniker bei Ausführung seiner Processe davon häufig Anwendung machen muß, und es wünschenswerth ist, daß er davon auch den richtigsten Gebrauch mache; er wird dadurch Zeit und Brennstoff gewinnen.

ad a) In Beziehung auf den Grad der Wärmeleitungs-Fähigkeit der Körper unterscheidet man gute, mittlere und schlechte Wärmeleiter. Vollkommene Nichtleiter der Wärme gibt es nicht. Gute Leiter der Wärme sind solche Körper, welche die Wärme schnell aufnehmen, aber sie auch ebenso schnell an andere sie umgebende und damit in unmittelbarer Berührung befindliche Körper abgeben, wobei jedoch der Grad der Wärmeleitungs-Fähigkeit dieses, die Wärme ableitenden Körpers auf die Zeitdauer der erfolgenden Wärme-Ableitung und Abkühlung einen modificirenden Einfluß hat. So nimmt z. B. das Wasser die Wärme eines erhitzten Körpers schneller auf als die Luft. —

Alle Metalle sind gute Leiter der Wärme; jedoch zeigen auch die Metalle dabei unter einander einen verschiedenen Grad der Wärmeleitungs-Fähigkeit. Der Zymotechniker benützt von den Metallen zur Anfertigung der von ihm gebrauchten Geräthschaften und Vorrichtungen nur: das Kupfer, das Guß- und geschmeidige Eisen und das Zinn. Von diesen ist das Kupfer der beste Wärmeleiter; darauf folgt das Eisen, dann das Zinn. Das Kupfer ist deßhalb ganz vorzüglich zu jenen Geräthen geeignet, in welchen sowohl Erhitzungen als Abkühlungen von Flüssigkeiten vorgenommen werden. Das Gußeisen ist am besten zu Heizöfen und Heizvorrichtungen — wie bei den Luftmalzdarren geeignet. Das Eisenblech dient zur Anfertigung von Dampferzeugern oder Dampfkesseln. Einige wenden auch Kupfer dazu an. Neuerer Zeit verfertigt man Braupfannen und Destillirblasen in Branntweinbrennereien von Eisenblech. Durchlöcherte Platten von Gußeisen oder von Eisenblech, oder Eisendrahthürden werden bei den Malzdarren, erstere bei Rauch-, letztere bei Luftdarren mit mehr Vortheil angewendet. Zinn gebraucht man vorzüglich nur zu Schlangenröhren und andern Condensatoren bei Kühl-Apparaten.

Schlechte Wärmeleiter sind solche, welche die Wärme nur langsam aufnehmen, aber auch nur langsam wieder abgeben. Dazu gehören: Holz, Federn, Wolle, Haare, stagnirende Luft. Der Zymotechniker wendet bei seinen Arbeiten vielerlei Holzgeräthe an; in ihnen erhält sich die Temperatur der bearbeiteten Flüssigkeiten ziemlich lange ohne bedeutende Abwechslung.

Mittlere Wärmeleiter stehen gewissermaßen zwischen den obigen beiden in der Mitte. Dazu gehören: Wasser, Steine, Ziegel. Deßhalb erbaut man Feuerungen für Dampfkessel, Braupfannen 2c. von Ziegeln, weil dadurch die Hitze im Innern derselben besser erhalten wird.

Dagegen ist Wasserdampf ein sehr guter, bewegte Luft ein besserer Wärmeleiter als stagnirende Luft. Von beiden macht der Zymotechniker für seine Zwecke Gebrauch. Den Wasserdampf wendet er in obigem Anbetrachte zu äußerer Erhitzung von Flüssigkeiten an. Durch Luftwechsel, z. B. über den Kühlschiffen, bewirkt er eine schnellere Abkühlung der Bierwürzen und Branntweinmeischen.

Tropfbare Flüssigkeiten mit einander gemischt, gleichen ihre Temperaturen gegenseitig am schnellsten aus, weil sie vermöge

ihrer flüssigen Form der schnellsten und vollkommensten Vermengung oder der Berührung mit der möglich größten Oberfläche fähig sind. Minder schnell erfolgt die Wärme-Ausgleichung zwischen flüssigen und luftförmigen, oder zwischen starren, flüssigen und luftförmigen Körpern.

Wenn man gleichartige Flüssigkeiten, jedoch von ungleichen Temperaturen mit einander vermischt, so nimmt das Gemische in kurzer Zeit eine gleichförmige mittlere Temperatur an, welche mit den Massen und Temperaturen der gemischten Flüssigkeiten im Verhältnisse steht.

Mischt man zwei gleiche Mengen von einer gleichartigen Flüssigkeit, deren Masse in Pfunden mit $= M$ und deren ungleiche Temperaturen mit $= t$ und T bezeichnet werden, so ist der Wärmegehalt in der einen Flüssigkeitsportion $= M \times t$, in der andern $= M \times T$. Es sei die mittlere Temperatur des Gemisches beider $= t'$, so ist offenbar:

$$(M + M)\, t' = M \times t + M \times T,$$

woraus:

$$t' = \frac{t + T}{2},$$

d. h. die mittlere Temperatur des Gemisches ist in diesem Falle das arithmetische Mittel aus den Temperaturen der beiden gemischten Flüssigkeiten. Sind aber auch die Quantitäten der gemischten Flüssigkeiten verschieden, so ist die entstehende mittlere Temperatur nicht mehr das arithmetische Mittel derselben, sondern sie ist bedingt von den Massen der Flüssigkeiten und ihren Temperaturen, und diesen proportional. Es sei die Menge der einen Flüssigkeit in Pfunden $= m$, ihre Temp. $= t$, so ist ihr Wärmegehalt in Wärme-Einheiten $= m\,t$. Die Menge der zweiten Flüssigkeit in Pfunden sei $= M$, ihre Temperatur $= T$, so ist ihr Wärmegehalt $= M\,T$. Das Gewicht der gemischten Flüssigkeit ist $= M + m$, ihre Temp. sei $= t'$, so ist ihr Wärmegehalt $= (M + m)\, t'$. Da nun die Wärmemenge der gemischten Flüssigkeit den Wärmegehalten der beiden gemischten Flüssigkeiten gleich ist, so resultirt daraus die Gleichung:

$$m\,t + M\,T = (M + m)\, t',$$

woraus:

$$t' = \left(\frac{m\,t + M\,T}{M + m}\right),$$

d. h. man findet die mittlere Temperatur des Gemisches, wenn

man die Summe der Producte aus den Massen der Flüssigkeiten in Pfunden mit ihren Temperaturen in Graden mit der Summe der Gewichte der gemischten Flüssigkeiten dividirt. Dieselbe Regel gilt auch für die Mischung von drei bis vier Flüssigkeiten von ungleichen Massen und Temperaturen. Die Anwendung dieser Regel auf praktische Fälle wird später vorkommen.

ad b) Die Zeitdauer der Erhitzung nimmt einen wesentlichen Einfluß auf den Temperatursgrad, welchen die Körper dabei erlangen. Je länger die Erhitzung dauert, desto höher steigt die Temperatur des erhitzten Körpers, desto mehr nähert sich seine Temperatur jener der Wärmequelle, mittelst welcher er erhitzt worden ist. Hat diese Wärmequelle eine beschränkte constante Temperatur, so kann man es durch die Zeitdauer der Erhitzung dahin bringen, daß auch der durch sie erhitzte Körper endlich nahe diese Temperatur erlangt. Ist der erhitzte Körper feucht, so wird er durch die längere Zeit dauernde Erhitzung um so mehr ausgetrocknet. Beim Malzdarren wird hiervon Anwendung gemacht. Ist der erhitzte Körper eine Flüssigkeit, so wird bei der länger dauernden Erhitzung die Temperatur der Flüssigkeit zwar über ihren Siedepunct nicht erhöht, wenn die Siedegefäße offen sind, aber alle mehr hinzugefügte Wärme wird zur Dampfbildung, zur Abdampfnng verwendet, wovon ebenfalls in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei Anwendung gemacht wird.

ad c) Die Differenz der Temperaturen zwischen der Wärmequelle und dem zu erhitzenden Körper nimmt einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Wärme-Mittheilung. Je größer diese Differenz ist, desto schneller erfolgt die Wärme-Mittheilung, die Erhitzung der Körper. Daraus folgt für die Leitung des Verbrennungs-Processes, mittelst dessen die Erhitzung bewirkt wird, die Lehre: daß man die Verbrennung der Brennstoffe so vorzunehmen habe, daß dadurch die möglich höchste Temperatur hervorgebracht werde, in welchem Falle die Erhitzung viel schneller erfolgt, wodurch Zeit und Brennstoff erspart werden. Für die äußere Erhitzung von Flüssigkeiten mittelst Dampf resultirt daraus, daß die Erhitzung derselben um so schneller erfolgt, je höher dessen Temperatur, mithin seine Spannung ist. Indessen hat diese für die Praxis ihre Grenzen. Gewöhnlich wendet man zu derlei Dampferhitzungen Dämpfe von 2 bis 3

Atmosphären-Spannung oder von einer Temp. von 121° bis 135° C. an. Als aus der Erfahrung abgeleitete Regeln gelten hier folgende:

1. Von je 1 Quadratfuß Feuerfläche des Kessels, d. i. derjenigen Fläche desselben, die äußerlich unmittelbar von dem Feuer, innerlich von dem zu erhitzenden Wasser berührt ist, werden in einer Stunde 39 ℔ Wasser vom Frostpuncte bis zum Siedepuncte erhitzt. Die senkrechten Seitenwände, so wie etwaige Feuerröhren, die durch den Kessel gezogen sind, werden, je nach ihrer Oberfläche, nur mit der Hälfte der obigen Wirkung in Rechnung gebracht, weil sie mit dem Feuer nicht in so unmit-mittelbarer Berührung sind.

2. Ein Quadratfuß einer dünnen Metallfläche, äußerlich von dem die Erhitzung bewirkenden gespannten Dampf, innerlich von der zu erhitzenden Flüssigkeit berührt, bringt bei einer Temperaturs-Differenz von 50° C. über dem Siedepunct in einer Stunde 117 ℔ Wasser zum Kochen. Die Schnelligkeit der Erhitzung steht mit dieser Temperaturs-Differenz im Verhältnisse.

Hiernach läßt sich für jede gegebene Wirkung die Größe der Erhitzungsfläche und für jede Spannung der Dämpfe ihre Wirkung berechnen.

3. Auch bei der Abkühlung von Flüssigkeiten durch Flüssigkeiten, z. B. der Bierwürze und Branntweinmeische durch kaltes Wasser, kommt dieser Umstand in Betracht; allein es lassen sich darüber keine so bestimmte Regeln über die Größe der wärmeableitenden metallenen Zwischenfläche aufstellen, wohl aber die Menge kalten Wassers von gegebener Temperatur berechnen und bestimmen, welche zur Abkühlung einer gewissen Menge Flüssigkeit zu einer bestimmten Temperatur nothwendig ist. Indessen reicht man damit nicht aus und bedarf bedeutend mehr, weil die letzte Wärme-Entziehung, wo sich die Temperaturen beider Flüssigkeiten schon nähern, sehr langsam vor sich geht und man sie beschleunigen muß. Die Anwendung wird in der Folge vorkommen.

ad d) Von großer Wichtigkeit ist die Form der Masse, in welcher man den Körper der Erhitzung (oder Abkühlung) aussetzt. Mit der Erwärmung des einen ist immer die Abkühlung des andern Körpers verknüpft. Beide können daher hier füglich mit einander betrachtet werden. Hierbei gilt als Regel: daß die Wärmeleitung oder Wärme-Mittheilung um so schneller er-

folgt, je größer die Oberfläche ist, mittelst welcher sich das Erhitzungsmittel mit dem zu erhitzenden Körper berührt.

Die Schnelligkeit der Wärme-Mittheilung ist der Oberfläche des zu erhitzenden, von dem Feuer berührten Körpers proportional. So erhitzt sich 1 ℔ Eisen in Form von Blech viel schneller, als in Form eines dicken Stabes, eines Würfels oder einer Kugel. In gleicher Art geht auch die Abkühlung vor sich. Aus diesem Grunde wenden wir Kupferblech und Eisenblech zu Dampf- und Siedekesseln an, und wir geben diesen Geräthen eine solche Gestalt, daß sie bei demselben Rauminhalt dem die Erhitzung bewirkenden Feuer die möglich größte Berührungsfläche darbieten. Wir machen die Braupfannen und Destillirblasen, welche mit freiem Feuer beheizt werden flach, und geben ihnen eine größere Querschnittsfläche, damit die Schichte der zu erhitzenden Flüssigkeit möglichst dünn und ihre Erhitzung dadurch beschleunigt werde. Wendet man Braupfannen von größerer Tiefe an, so muß dafür gesorgt werden, daß auch ihre Seitenwände bis zu einer gewissen Höhe vom Feuer berührt und dadurch die wärmeleitenden Flächen vergrößert werden. Bei Dampfkesseln legt man aus demselben Grunde etwa 6 Zoll über dem Boden Feuerröhren von 10 bis 12 Zoll Durchmesser in dieselben, durch welche nicht nur die darin befindliche Wassermasse verkleinert, in eine dünnere Masse gebracht, sondern auch, indem das Feuer von Hinten wieder durch sie nach Vorn in den Schornstein als Rauch abzieht, die wärmeleitende Fläche — die Feuerstäche — bedeutend vergrößert wird. Aber diese Röhrenfläche kann, da das Feuer schon etwas abgekühlt in sie gelangt, nur mit der halben Wirkung in Rechnung gebracht werden.

Bei der Abkühlung heißer Flüssigkeiten durch kaltes Wasser gilt derselbe Grundsatz. Um diese Abkühlung schnell zu bewirken, ist es ebenfalls nothwendig, die abzukühlende Flüssigkeit in einer dünnen Masse mit möglich größter Oberfläche mit dem als Abkühlungsmittel dienenden kalten Wasser in Berührung zu bringen, oder umgekehrt, das kalte Wasser auf ähnliche Art mit der abzukühlenden Flüssigkeit in Berührung treten zu lassen. Indem man eine oder die andere Flüssigkeit dabei in Bewegung setzt, wird die Berührungs-Oberfläche dabei noch vervielfältigt. Von diesen Grundsätzen macht man Anwendung sowohl in der Bierbrauerei als in der Branntweinbrennerei zur Abkühlung der Bierwürzen und Branntweinmeischen, dann zur Condensirung der

Dämpfe bei den Destillir-Apparaten. Die Anwendung wird später an den geeigneten Orten vorkommen. Hier haben wir noch zu bestimmen, wie viel kaltes Wasser zur Abkühlung einer gewissen Quantität heißer Flüssigkeit zu einer gegebenen Temperatur nothwendig ist. Es sei **m** das absolute Gewicht der abzukühlenden Flüssigkeit in Pfunden, **T** deren Temperatur; **M** sei die Menge des zur Kühlung erforderlichen kalten Wassers in Pfunden, **t** seine Temperatur in Centesimalgraden; **w** zeige in denselben Graden die mittlere Temperatur an, zu welcher die heiße Flüssigkeit abgekühlt werden soll, so ist offenbar, daß zur vollkommenen Wärme-Ausgleichung das kalte Kühlwasser zu derselben mittlern Temperatur erwärmt werden muß; denn diejenige Wärme, welche die heiße Flüssigkeit abgibt, nimmt das Kühlwasser auf, wodurch sich beide mit ihren Temperaturen in's Gleichgewicht setzen oder sie gegenseitig ausgleichen. Die Wärme-Quantität, welche die heiße Flüssigkeit abzugeben hat, ist offenbar

$$= m\,(T - w);$$

die Wärmemenge, welche das kalte Kühlwasser aufnimmt, aber ist

$$= M\,(w - t).$$

Da nun beide Wärmemengen einander gleich sein müssen, so ist auch

$$m\,(T - w) = M\,(w - t)$$

und daraus ist die Menge des erforderlichen Kühlwassers:

$$M = m\left(\frac{T - w}{w - t}\right).$$

Aus dieser Formel läßt sich für die Bestimmung der Menge des erforderlichen Kühlwassers folgende Regel ableiten: „Man dividirt die Differenz zwischen der Temperatur der heißen Flüssigkeit und der mittlern, bis zu welcher sie abgekühlt werden soll, mit der Differenz dieser mittlern Temperatur und jener des Kühlwassers. Den erhaltenen Quotienten multiplicirt man mit der Masse der abzukühlenden Flüssigkeit in Pfunden, und so erhält man ein Product, welches die Anzahl Pfunde Kühlwasser angibt, die zur Abkühlung nothwendig sind." Z. B. es sei $m = 2000$ ℔, $T = 35^0$ C., $w = 15^0$ C. und $t = 10^0$ C., so ist

$$M = 2000\left(\frac{35 - 15}{15 - 10}\right).$$

woraus $M = 2000 \times 4 = 8000$ ℔.

Da diese Wärme-Ausgleichung eine gewisse Zeit erfordert,

die Abkühlung aber gewöhnlich möglichst schnell verlangt wird, so findet in der Praxis, der Schnelligkeit der Abkühlung wegen, ein größerer Aufwand an Kühlwasser Statt.

Nebst durch Wärmeleitung bei unmittelbarer Berührung wird auch Wärme verbreitet durch Strahlung, welche vorzüglich dann eintritt, wenn die Körper eine höhere Temperatur besitzen und in den glühenden Zustand versetzt worden sind. Die Wärmestrahlen verhalten sich den Lichtstrahlen sehr ähnlich. Je größer, rauher und dunkler die Oberfläche eines erhitzten Körpers ist, desto mehr Wärme strahlt er aus, desto mehr Wärme wird auch zur Einstrahlung von ähnlichen Körpern absorbirt. Davon wird vorzüglich bei der Beheizung von Luft in Räumen und bei Kesselfeuerungen Anwendung gemacht.

Gleiche absolute Gewichte verschiedener Körper nehmen, unter sonst gleichen Umständen derselben Wärmequelle ausgesetzt, in einerlei Zeit verschiedene Temperaturen an und verschiedene Wärmemengen auf. Bis zu einerlei Temperatur erhitzt, ist die Zeitdauer verschieden, binnen welcher sie diese annehmen, und ihr Wärmegehalt ebenso ungleich.

Diese Fähigkeit der Körper, verschiedene Mengen Wärme aufzunehmen, um zu einer und derselben Temperatur erhitzt zu werden, nennt man ihre Wärme-Capacität. Die Quantität Wärme, welche sie dabei aufnehmen, nennt man ihre specifische Wärme. Man drückt ihre Werthe in Zahlen aus, indem man sie vergleicht mit jener des Wassers, welche man als Einheit annimmt. Die Kenntniß der specifischen Wärme folgender Körper hat für den Zymotechniker Interesse und Wichtigkeit:

Wasser	= 1.000.
Alkohol	= 0.632.
Atmosphärische Luft	= 0.2669.
Kohlensaures Gas	= 0.2210.
Stabeisen . . .	= 0.1138.
Roheisen, weißes .	= 0.1298.
Kupfer	= 0.0951.
Zinn	= 0.0562.
Gerstenmalz . .	= 0.4210.

Diese Zahlen zeigen daher an, daß, um 1 ℔ Alkohol bis zum Siedepunct desselben zu erhitzen, dazu nur 0.632 jener Wärmemenge erforderlich ist, womit 1 ℔ Wasser zur gleichen Temperatur gebracht werden kann. Die Metalle haben eine

viel geringere specifische Wärme. Flüssigkeiten von ungleicher Beschaffenheit besitzen auch eine verschiedene specifische Wärme, und dann ist bei der Vermischung derselben, wenn sie ungleiche Temperaturen besitzen, die entstehende Temperatur des Gemisches nicht mehr den Producten aus den Massen und Temperaturen proportional, sondern es muß auch die jedesmalige specifische Wärme der Flüssigkeit in Rechnung gebracht werden. Vordem wurde zur Berechnung der mittlern Temperatur einer gemischten Flüssigkeit die Formel

$$t' = \left(\frac{m\,t + M\,T}{M + m}\right) \text{ aufgestellt.}$$

Bezeichnet man die specifische Wärme der Flüssigkeit m mit s und jene der Flüssigkeit M mit S, so erhält man mit Berücksichtigung der specifischen Wärme die obige Gleichung in der folgenden Form:

$$t' = \left(\frac{m\,t \times s + M\,T \times S}{M\,S + m\,s}\right).$$

Sind beide Flüssigkeiten Wasser, mithin $S = s = 1.000$, so entsteht daraus wieder die vorige Gleichung. Auch für Mischungen von Wasser mit starren Körpern, z. B. mit Malz, ist diese Gleichung anwendbar. Z. B.

es sei $m = 500$ ℔, $t = 10^0$ C. $s = 0.421$,
dann $M = 2500$ ℔, $T = 80^0$ C. $S = 1.000$,

so ist die entstehende mittlere Temperatur des Gemisches zufolge der obigen Gleichung:

$$t' = \frac{500 \,.\, 10 \,.\, 0{,}421 + 2500 \,.\, 80 \,.\, 1.}{2500 \,.\, 1 + 500 \,.\, 0{,}421.}$$

woraus:

$$t = 74.5^0 \text{ C.}$$

Weitere Anwendungen davon werden später vorkommen.

Veränderung der Aggregatsform durch die Wärme.

Wenn man einen starren Körper stufenweise erhitzt, so findet man, daß seine Temperatur fortwährend steigt, und daß seine Ausdehnung zunimmt bis zu einer gewissen Grenze, wo er seine Aggregatsform ändert, aus dem starren in den flüssigen

Zustand übergeht, bis er schmilzt. Verschiedene Körper schmelzen bei verschiedenen Temperaturen, d. h. sie besitzen eine verschiedene Schmelzbarkeit und verschiedene Schmelzpuncte. Einige Körper sind bei der gewöhnlichen Temperatur flüssig oder geschmolzen, wie Wasser, Öle, Quecksilber; andere bedürfen dazu einer mehr oder weniger erhöhten Temperatur. Man unterscheidet daher leichtschmelzige und schwerschmelzige Körper. Eisen und Kupfer sind schwerschmelzige Metalle; Zinn ist ein leichtschmelziges Metall. Wenn man den geschmolzenen Körpern ihre Wärme entzieht oder sie abkühlen läßt, so gehen sie wieder in den starren Zustand über. Die Erstarrungs-Temperatur liegt bei mehren Körpern wie auch beim Wasser um einige Grade tiefer als ihre Schmelztemperatur.

Werden flüssige Körper erhitzt, so steigt ihre Temperatur fortwährend bis zu einer gewissen Grenze, wo sie ihre Aggregatsform ändern, und aus dem flüssigen Zustand in den dampfförmigen übergeben. Dieser Übergang aus einem in den andern Aggregats-Zustand bedingt die Erscheinungen des Siedens, und man nennt daher die Temperatur, bei welcher sie eintritt und Statt findet, die Siede-Temperatur, den Vorgang dabei das Sieden oder Kochen. Verschiedene Flüssigkeiten besitzen einen verschiedenen Siedepunct, wovon folgende für den Zymotechniker wichtig sind:

Das Wasser siedet bei	80° R.	oder	100° C.
der Alkohol „ „	62.7° „	„	78.4° „

Gemische von Wasser und Alkohol sieden bei Temperaturen, welche sich zwischen diesen beiden Grenzen befinden. Durch Substanzen, die im Wasser aufgelös't sind, wird der Siedepunct des Wassers mehr oder weniger erhöht.

Flüchtige Flüssigkeiten verdunsten zwar schon bei der gewöhnlichen Temperatur an ihrer Oberfläche, aber nur sehr langsam. Soll die Verdampfung rasch erfolgen, so muß sie, durch die Erhitzung bewirkt, in der ganzen Masse der Flüssigkeit Statt finden, und der gebildete Dampf muß dann nebst dem Drucke der Atmosphäre auch noch den der Flüssigkeitssäule überwinden, in welcher er sich bildet; daher ist die Verdampfung auch von dem Luftdrucke abhängig und dieser nimmt deßhalb Einfluß auf den Siedepunct der verdampfbaren Flüssigkeiten. Bei geringerem Luftdrucke geht die Verdampfung besser von Statten, der Siedepunct ist niedriger; bei größerem Luftdrucke

steigt der Siedepunct und die Verdampfung geht langsamer vor sich. Die angegebenen Siedepuncte beziehen sich auf den angenommenen Normal-Barometerstand von 28 alt Pariser Zoll, für welchen sie der Vergleichung wegen gewöhnlich bestimmt werden.

Wenn man einer verdampfbaren, siedenden Flüssigkeit noch fortwährend Wärme hinzuführt, so steigt ihre Temperatur nicht mehr, und alle ihr mehr zugeführte Wärme wird dazu verwendet, die Flüssigkeit in Dampf zu verwandeln, ohne daß jedoch dieser Dampf eine höhere Temperatur zeigt, als die siedende Flüssigkeit, aus welcher sich derselbe entbindet. Diese Wärme ist daher in dem Dampfe in einem Zustande enthalten, in welchem sie für unser Gefühl so wie für das Thermometer nicht wahrnehmbar ist, und diese Wärme nennt man gebundene Wärme, zum Unterschiede von der freien Wärme, welche wir an den Körpern sowohl durch unser Gefühl unterscheiden, als mit dem Thermometer messen können. Das kochende Wasser enthält daher freie, der Wasserdampf freie und gebundene Wärme.

Wenn man dem Dampfe die gebundene Wärme durch Erkältung entzieht, so wird er dadurch wieder zur tropfbaren Flüssigkeit verdichtet. Indem sich das Erkältungsmittel dadurch erwärmt, kann man die Quantität Wärme bestimmen, welche dem Dampfe entzogen wurde und im gebundenen Zustande darin enthalten war.

Wenn man den Dampf von 1 ℔ Wasser in 5.5 ℔ Wasser von 0° Temp. leitet, so wird dadurch der Dampf in jenem kalten Wasser zu tropfbarem Wasser condensirt, indem er seine gebundene Wärme an dieses abgibt und es dadurch bis zum Sieden erhitzt; aus dem Dampfe entsteht aber ebenfalls 1 ℔ siedendheißes Wasser.

Dieses Experiment lehrt drei für die Anwendung des Dampfes zur Erhitzung sehr wichtige Thatsachen kennen, und zwar:

1) Daß 1 ℔ siedendenheißer Wasserdampf so viel gebundene Wärme enthält, als nothwendig ist, um 5½ ℔ Wasser vom Frostpuncte bis zum Siedepuncte zu erhitzen, und

2) daß, wenn der Dampf unmittelbar in die Flüssigkeit einströmt, diese um 1 ℔ Wasser, aus dem condensirten Dampfe entstanden, vermehrt wird, worauf bei der Bestimmung der

Größe der angewendeten Geräthe Rücksicht genommen werden muß;

3) daß die Flüssigkeit, in welche der Dampf einströmt und worin er sich condensirt, dadurch im Verhältnisse der Wassermenge verdünnt wird, welche aus dem Dampfe durch Condensation desselben in sie gebracht wurde.

Der Umstand, daß mit einer kleinern Menge Wasserdampf eine vielmal größere Masse Wasser zum Kochen erhitzt werden kann, begründet die Anwendung des Wasserdampfes zur Dampfkochung und Dampfdestillation, wovon der Zymotechniker häufig Gebrauch macht.

Es läßt sich nun auch sehr leicht die Wärmemenge bestimmen, welche in 1 ℔ siedendheißen Wasserdampf im freien und gebundenen Zustande enthalten ist. Da nämlich durch die gebundene Wärme desselben $5\frac{1}{2}$ ℔ Wasser um 100° C. erhitzt werden können, so beträgt diese $5.5 \times 100 = 550$ Wärme-Einheiten, und da daraus durch Condensation 1 ℔ siedenheißes Wasser entsteht, worin noch $1 \times 100 = 100$ Wärme-Einheiten an freier Wärme enthalten sind, so ist der ganze Wärmegehalt in 1 ℔ siedendheißen Wasserdampf $= 550 + 100 = 650$ W. E. von 0° Temp. des Wassers an gerechnet.

Nebstdem, daß man den Wasserdampf unmittelbar zur Erhitzung, Kochung und Destillation von Flüssigkeiten benützt, indem man ihn in die zu erhitzende Flüssigkeit einströmen läßt, wodurch er sich in ihr condensirt, ihr Volumen und Gewicht vermehrt, und sie, wenn sie fixe Stoffe (Zucker, Gummi ꝛc.) gelös't enthält, verdünnt, wendet man ihn auch zur äußern Erhitzung von Flüssigkeiten an. Die Vorrichtung, welche dazu dient, nennt man ein Dampfbad. Wenn der Dampf im Dampfbade nur die gewöhnliche Siedetemperatur von 80° R. hat und frei in die Atmosphäre ausströmen kann, so ist man nicht im Stande, die mittelst eines solchen erhitzte Flüssigkeit bis zum Sieden oder zur Siedehitze zu bringen; daher kann man von solchen Dampfbädern nur Anwendung machen zu Abdampfungen, Eindickungen u. dgl., wo es sich darum handelt, eine höhere Temperatur zu vermeiden und ein Anbrennen zu verhüten. Der Zymotechniker macht davon im Großen keinen Gebrauch. Im Kleinen wendet man sie an, um z. B. Bier oder Bierwürze zur Gewinnung des Extractes daraus abzudampfen. Auch geschlossene Wasserbäder dienen zu gleichem Zwecke. Da in diesem Falle

die Abdampfung nicht in der ganzen Masse der Flüssigkeit, sondern nur an der Oberfläche vor sich geht, so erfordert sie eine lange Zeit und einen großen Brennstoff-Aufwand.

Um mittelst eines Dampfbades schnell abzudampfen, ist es nothwendig, daß eine Differenz der Temperatur über dem Siedepuncte Statt finde zwischen jener des Dampfes als Erhitzungsmittel und der abzudampfenden Flüssigkeit. Der Dampf muß also eine höhere Temperatur als 80° R. oder 100° C. besitzen, und dieß erreicht man, wenn man ihn spannt und nicht frei in die Atmosphäre austreten läßt. Mit zunehmender Spannung nimmt er eine höhere Temperatur an. Schon bei der gewöhnlichen Dampfkochung, wobei der Wasserdampf in die zu kochende Flüssigkeit einströmt, findet eine solche größere Spannung desselben über den Druck der Atmosphäre Statt, und diese ist proportional der Höhe der Flüssigkeitssäule, welche der Dampf zu durchströmen hat. Da eine Wassersäule von etwa 32 Fuß Höhe einem Atmospärendrucke entspricht; so müßte die Flüssigkeit, welche der Dampf zu durchströmen hat, eine Höhe von 32 Fuß besitzen, um denselben dabei auf den doppelten Atmosphärendruck zu spannen.

Bei den gebräuchlichen Dampfbrenn-Apparaten beträgt die Höhe der von dem Dampfe zu durchströmenden Flüssigkeitssäulen (Meischen) zusammen höchstens 4 bis 8 Fuß, so daß der Dampf in diesem Falle nur eine um $^1/_8$ bis $^1/_4$ größere Spannung über den einfachen Atmosphärendruck erlangt.

Zur schnellen Erhitzung, Abdampfung und Kochung im Dampfbade ist die Anwendung von Dampf nothwendig, der eine höhere Temperatur über dem Siedepuncte des Wassers besitzt. Dieß erreicht man durch Spannung desselben, indem man ihn nicht frei in die Atmosphäre ausströmen läßt, sondern seinem Austritte ein Hinderniß entgegensetzt — z. B. ein Ventil, dergestalt beschwert, daß die Belastung desselben, je nach seiner Fläche, der Spannung und Temperatur des Dampfes entspricht, welche man hervorbringen will. Eine Belastung von 12 ℔ für den Quadratzoll Ventilfläche entspricht nahe zu dem Drucke einer Atmosphäre. Die den zunehmenden Spannungen des Dampfes entsprechenden Temperaturen sind folgende:

Dampf von 1 Atmosphären-Spannung zeigt 80° R. oder 100° C. Tmp.
„ „ $1^1/_2$ „ „ „ 89.76 „ „ 112.2 „
„ „ 2 „ „ „ 97.12 „ „ 121.4 „

Dampf von	$2^1/_2$	Atmosph.-Spannung	zeigt	103.04° R.	oder	128.8° C.
„	„ 3	„	„	„ 108.08 „	„	135.1 „
„	„ $3^1/_2$	„	„	„ 112.48 „	„	140.6 „
„	„ 4	„	„	„ 116.32 „	„	145.4 „
„	„ $4^1/_2$	„	„	„ 119.20 „	„	149.0 „
„	„ 5	„	„	„ 122.40 „	„	153.0 „

Dämpfe von noch höherer Spannung werden zur äußeren Erhitzung mittelst derselben selten angewendet; am häufigsten werden solche von 2 bis 3 Atmosphären-Spannung gebraucht.

Die Gefäße, welche man dazu anwendet, müssen so fest sein, daß sie der gebrauchten Spannung des Dampfes den erforderlichen Widerstand leisten. Auf zweierlei Art werden die Dämpfe dazu benützt. Entweder wendet man schalenförmige Kessel mit doppelten Böden an, in deren Zwischenraum man den Dampf einströmen läßt, während sich die zu erhitzende Flüssigkeit im innern Kessel befindet, oder man gebraucht nur einfache Kessel nnd legt in dieselben ein System kupferner Röhren mit hinreichend großer Oberfläche, durch welche man den Dampf circuliren läßt. Im letztern Falle kann man auch hölzerne Siedegeräthe anwenden, und man erspart bedeutend an Kupfer, weil die Röhren mehr Berührungs-Oberfläche darbieten und wegen ihres geringen Durchmessers viel schwächer gemacht werden können. Manchmal werden beide Mittel zugleich benützt.

Folgende, durch Erfahrung aufgefundene Regeln gelten für diese Erhitzungs-Art:

1) Die Schnelligkeit, mit welcher der Dampf seine gebundene Wärme abgibt, ist abhängig von der Differenz der Temperaturen zwischen ihm und der Flüssigkeit, welche er erhitzen oder abdampfen soll. Ein Quadratfuß einer solchen Metallfläche, welche einerseits von dem erhitzenden Dampfe, andererseits von der abzudampfenden Flüssigkeit berührt ist, verdampft bei einer Temperaturs-Differenz zwischen beiden von 50° C. über dem Siedepuncte in einer Stunde 18 ℔ Wasser. Die verdampfte Flüssigkeitsmenge steht im Verhältnisse mit diesem Temperatur-Unterschiede, ist daher bei einer Differenz der Temperatur von nur 25° C. bloß halb so groß. Daraus läßt sich für jede Spannung der Dämpfe ihre Wirkung und bei gegebener Wirkung die Größe der Kessel- oder Röhrenfläche berechnen.

2) Die Wasserdämpfe erleiden erst dann eine Spannung und dadurch eine Erhöhung ihrer Temperatur, wenn man ihrem

Austritte aus dem Dampf-Erzeuger ein Hinderniß entgegensetzt, oder wenn sie durch Öffnungen oder Röhren streichen müssen, deren Querschnitt weniger als $^1/_{6000}$ der dampferzeugenden Fläche des Kessels beträgt — eine gewöhnliche Intensität des Feuers vorausgesetzt. Diese Erfahrung gibt uns Anleitung, die Durchmesser der Dampfleitungsröhren den Größen und Feuerflächen der Dampfkessel gemäß einzurichten.

3) Der Dampf bewegt sich unter einfachem atmosphärischen Drucke in den Dampfleitungsröhren mit einer Geschwindigkeit von 1800 Fuß in der Secunde.

Wenn eine wässerige Flüssigkeit Substanzen aufgelöst enthält, welche nicht flüchtig sind, wie Zucker, Malzextract, so nimmt dieselbe in dem Verhältnisse, als ihr Wasser durch die Abdampfung entzogen wird, an Concentration zu und in demselben Maße steigt auch bei demselben Luftdrucke ihre Siede-Temperatur. Dadurch kann oft eine nachtheilige Zersetzung der aufgelösten Substanzen veranlaßt werden. Will man dieß vermeiden und solche Flüssigkeiten bei niederer Temperatur zum Sieden bringen und abdampfen, so muß man den Luftdruck auf die siedende Flüssigkeit verringern oder die darüber befindliche Luft verdünnen. Dieß kann nur in ganz geschlossenen Siedegeräthen geschehen, und es gründen sich hierauf die Construction und Anwendung der neuerer Zeit in Gebrauch gekommenen Apparate zum Versieden der Zuckersirupe im luftverdünnten Raume, der sogenannten Vacuum-Apparate. Man hat derlei Apparate aus Unkenntniß der bestehenden Verhältnisse auch zur Destillation des Branntweins vorgeschlagen. Es wird davon gehörigen Orts Erwähnung geschehen.

4) Wasserdämpfe von verschiedenen Spannungen haben auch verschiedene Temperaturen; allein gleiche Gewichtsmengen Dampf von verschiedener Temperatur enthalten gleiche Wärmemengen, die für 1 ℔ Wasserdampf immer 650 Wärme-Einheiten gleichkommen. Es wird daher ebensoviel Wärme erfordert und es ist ebensoviel Brennstoff nothwendig, ob man bei höherer oder niederer Temperatur abdampft. Durch die Abdampfung oder Destillation bei niederer Temperatur kann daher kein Brennstoff erspart werden.

5) Wenn die Abdampfung bei der Siedehitze vorgenommen wird, so wird ebensoviel Dampf gebildet, wenn man das Gefäß verschließt und dem gebildeten Dampfe eine hinreichend große

Öffnung zum Entweichen oder das Gefäß unbedeckt läßt, weil in diesem Falle die Menge des gebildeten Dampfes bloß von der Feuerfläche des Gefäßes bedingt ist und weder von der Oberfläche der Flüssigkeit, noch vom Luftwechsel über derselben abhängt. Es ist daher einerlei, ob man in offenen Siedegeräthen abdampft, oder ob man dieselben bedeckt und den Dampf durch einen hinreichend weiten Schlauch nach Außen ableitet, oder endlich, ob man den Dampf in Condensations-Apparate leitet und zur tropfbaren Flüssigkeit verdichtet. Dieselben Gesetze, welche für die Abdampfung gelten, finden daher gleiche Anwendung für die Destillation.

Bei der Anwendung eines Dampfbades ist die Erhitzung und Abdampfung der Flüssigkeit immer verknüpft mit der Abkühlung und Verdichtung jenes Dampfes, der die Erhitzung bewirkt. Dieselben Erfahrungssätze, welche für die Dampferhitzung aufgestellt wurden, finden auch bei der Abkühlung und Verdichtung des Dampfes in den Condensations-Apparaten ihre Anwendung. Indessen da man das, die Condensirung des Dampfes bewirkende Wasser durch zweckmäßig geleiteten Zufluß von kaltem und Abfluß des heißen Wassers immer auf einer mittlern, niedrigern Temperatur erhalten kann, so kann deßhalb die Oberfläche der Condensations-Apparate sehr verkleinert werden. Es kostet dieß jedoch einen größern Aufwand von kaltem Wasser. Die Erfahrung hat uns hierfür folgende Regel an die Hand gegeben:

6) 10 Quadratfuß einer dünnen Metallfläche (Kupfer), einerseits beständig mit Wasser von 23° **R.** mittlerer Temperatur bedeckt, andererseits von siedendheißem Wasserdampf berührt, condensiren stündlich 200 ℔ Wasserdampf.

10 Quadratfuß Siedefläche erzeugen stündlich nur 60 ℔ Dampf, $3^1/_3$ Quadratfuß Abkühlungsfläche würden demnach hinreichen, den Dampf von 10 Quadratfuß Siedefläche zu verdichten. Da aber wegen des nöthigen größern Durchmessers der Kühlröhren nur ein Theil des Dampfes mit den kühlen Flächen derselben in Berührung kommt und die verdichtete Flüssigkeit auch noch bis zur gewöhnlichen Temperatur abgekühlt werden soll, so gibt man den Abkühlungsflächen in der Praxis eine bedeutendere Größe, die z. B. bei den gebräuchlichen Schlangenröhren sehr zweckmäßig in einer Verlängerung derselben besteht. Wo man hinreichende Mengen kalten Wassers zu Gebote

hat, kann man durch schnellern Wechsel desselben in den Kühlvorrichtungen die Temperatur des äußern Kühlwassers erniedrigen und dadurch an Kühlfläche, mithin an der Größe und an den Kosten des Condensations-Apparates etwas ersparen.

Auf denselben Ursachen beruht die Abkühlung von Flüssigkeiten durch Verdampfung, wie sie beim Kühlen der Bierwürzen und Branntweinmeischen auf den Kühlschiffen Statt findet. Indem ein Theil Wasser aus diesen heißen Flüssigkeiten verdampft, entzieht der Dampf dem übrigbleibenden Theile derselben Wärme, welche er bindet, um als solcher entweichen zu können, wodurch der zurückbleibende Antheil der Flüssigkeit abgekühlt wird. In dem Maße, als diese Verdampfung vor sich geht, wird die zurückbleibende Flüssigkeit zugleich concentrirter. Eine vergleichende Berechnung belehrt hierüber. Zum Beispiel:

Ein Quantum von 10000 ℔ Bierwürze von 12 pCt. Extractgehalt wird siedendheiß zur Abkühlung auf die Kühlschiffe gebracht, zeigt aber auf denselben nur eine Temperatur von 96° C., weil sie auf dem Wege dahin und durch die kalten Kühlschiffe schon etwas abkühlte; sie soll bis zu einer Temperatur von 15° C. abkühlen. Wenn nun diese Abkühlung bloß, wie es theilweise der Fall ist, durch Verdampfung eines Theils der Flüssigkeit erfolgte, so läßt sich sehr leicht die dabei verdampfende Wassermenge berechnen, so wie der Extractgehalt der zurückbleibenden Würze bestimmen.

In 10000 ℔ Würze von 12 pCt. Extractgehalt sind 1200 ℔ Malzextract, dessen specifische Wärme = 0.42, und 8800 ℔ Wasser, dessen specif. Wärme = 1.00 enthalten. Da beide zusammen eine Temperatur von 96° C. besitzen, so ist ihr Wärmegehalt in Wärme-Einheiten:

$$= 1200 \times 0.42 \times 96 + 8800 \times 96 = 893184 \text{ W. E.}$$

Die verdampfende Wassermenge sei = x in Pfunden, so ist ihr Wärmegehalt = x × 650 in W. E., weil jedes Pfund verdampften Wassers so viel Wärme hinwegführt. Wenn man dieses Wärmequantum von dem obigen subtrahirt, so muß der Rest der Wärmemenge der Würze von einer Temp. von 15° C. mit Rücksicht auf den eintretenden Flüssigkeitsverlust gleich sein, was durch folgende Gleichung ausgedrückt wird:

$$893184 - x\,(650) = 1200 \times 0.42 \times 15 + (8800 - x)\,15,$$

$$\text{woraus: } x = \frac{893184 - 139560}{635}.$$

x = 1186.8 oder mit runder Zahl
= 1187 ℔.

In der Wirklichkeit verdampft weniger z. B. nur 500 bis 1000 ℔ Wasser oder $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ des Ganzen, weil ein Theil der erfolgenden Abkühlung auch der Ableitung von Wärme an die Luft und durch die Wände der Kühlschiffe zugeschrieben werden muß. Gewöhnlich verdampft $^1/_{20}$ des Gewichts der Flüssigkeitsmenge auf dem Kühlschiffe. Nehmen wir dieses Verhältniß an, so sind nun in 9500 ℔ der bis 15° C. abgekühlten Würze die obigen 1200 ℔ Malzextract enthalten, in 100 ℔ derselben mithin 12,63 ℔, oder die gekühlte Würze enthält nun $12^2/_3$ pCt. Malzextractgehalt.

Wenn man 1 ℔ Eis, dessen Temperatur = 0° R., mit $^3/_4$ ℔ kochendheißen Wassers von 80° R. Temp. übergießt, so schmilzt das Eis; er geht aus dem starren in den tropfbarflüssigen Zustand über, es wird zu Wasser. Es entstehen aus dem Gemische $1^3/_4$ ℔ Wasser, dessen Temperatur = 0° R. ist. Wo ist in diesem Falle die Wärme hingekommen, welche in jenen $^3/_4$ ℔ kochenden Wassers enthalten war? Sie wurde von 1 ℔ Eis gebunden und lediglich zur Formveränderung desselben verwendet, zur Umwandlung desselben in Wasser, welches nun dieselbe Temp. von 0° R. zeigt, welche das Eis hatte. Ein Pfund Eis bindet daher 75 Wärme-Einheiten, um zu Wasser zu werden. Wenn das Wasser gefriert, in die starre Aggregatsform zurückkehrt, wird jene Wärmemenge wieder frei.

Auf dieses Verhalten des Eises gründen sich seine Anwendungen zur Abkühlung von Flüssigkeiten, z. B. der Branntweinmeische, indem man (in der kalten Jahreszeit) unmittelbar Eis oder Schnee in dieselbe bringt, dann zur Kühl-Erhaltung der Keller, wenn sie von der Art sind, daß sie zu sehr den Einflüssen der Erd- und äußern Wärme unterliegen, durch die sogenannten Eiskeller.

Die Abkühlung der Branntweinmeische mittelst Eis nach beendigtem Zuckerbildungsprocesse ist, so lange man es haben kann, die einfachste, schnellste und zweckdienlichste. Gewöhnlich hat in diesem Falle die abzukühlende Meische eine Temperatur von 55° C.; ihre specifische Wärme ist im Mittel = 0.9. Sie wird hierbei abgekühlt, ohne daß eine Verdampfung von Wasser, wie aus der Bierwürze auf den Kühlschiffen, Statt findet. Die Abkühlung mit Eis soll nur bis 25° C. geschehen, weil die

letzte Zukühlung der Meische auf die gewünschte Gährtemperatur (16—20° C.) in den Gährbottichen durch Zugabe von kaltem Wasser geschieht, wodurch die Meische zugleich auf den gehörigen Grad verdünnt wird. Wie viel Eis ist auf je 100 ℔ dieser Meische erforderlich? Folgende Betrachtungen werden diese Aufgabe zur Lösung bringen.

100 ℔ der genannten Meische enthalten an Wärme in Wärme-Einheiten:

$$= 100 \times 0.90 \times 55 = 4950 \text{ W. E.}$$

Bis auf 25° C. abgekühlt, enthält dasselbe Meischquantum:

$$= 100 \times 0.90 \times 25 = 2250 \text{ W. E.};$$

folglich müssen der Meische 4950 — 2250 = 2700 W. E. durch das zugesetzte Eis entzogen werden.

Das zugesetzte Eis wird aber dadurch zu Wasser von 0° C., und dieses Wasser nimmt durch Wärmeaufnahme aus der Meische noch die Temperatur derselben von 25° C. an. Indem das Eis schmilzt, entzieht daher jedes Pfund desselben der Meische 75 W. E., und indem sich das daraus entstandene Wasser bis 25° C. erwärmt, noch 25 W. E., zusammen daher jedes Pfund Eis 75 + 25 = 100 W. E. Zur Entziehung von 2700 W. E. aus der Meische sind daher $\frac{2700}{100} = 27$ ℔ Eis erforderlich, und man erhält dadurch aus je 100 ℔ 55° C. warmer Meische 127 ℔ bis 25° C. abgekühlte Meische.

In den Eiskellern wird das Eis dadurch zur Kühl-Erhaltung der Keller wirksam daß z. B. täglich eine Portion desselben schmilzt und dabei jenes Wärmequantum bindet, welches durch die äußere eindringende Luft und durch die Wärme der Wände des Kellers (Erdwärme) in denselben gebracht wird. Aber eben dieser Vorgang, durch welchen eine gleichmäßige niedrigere Temperatur in dem Keller erhalten wird, hat auch zur Folge, daß die Quantität des Eises sich fortwährend vermindert und endlich in den heißen Sommermonaten und gegen den Herbst zu Ende geht. Die Temperatur in solchen Kellern steigt nun allmählig und dadurch wird die Haltbarkeit der in sie eingelagerten Biere verkürzt. Man hat diese Erscheinung sehr unrichtig mit der Zeit des Reifens gewisser Früchte, wie der Pflaumen, Zwetschken, in Verbindung gebracht; allein nur der oben erwähnte Umstand ist Ursache dieser Erscheinung. Aus demselben Grunde haben gut angelegte Felsenkeller einen ent-

schiedenen Vorzug vor den gegrabenen, weil in ihnen, auch ohne Eis einzulegen, eine gleichmäßige, hinreichend niedrige Temperatur das ganze Jahr hindurch angetroffen wird.

Um bei den Eiskellern dahin zu wirken, daß sich das Eis darin möglichst lange erhalte und nicht unnützerweise vor der Zeit zum Schmelzen gebracht werde, muß man sowohl das Eindringen der warmen äußern Luft so viel als möglich abhalten, als auch die Mittheilung der Erdwärme verringern. Wie dieß geschehen kann, wird später gehörigen Orts vorkommen. Das Eis soll in dem Eiskeller weder unmittelbar auf dem Erdboden aufliegen, noch mit den Seitenwänden desselben in Berührung sein, sondern auf einen hohl liegenden Breterboden gebracht und ebenso mit einer Breterwand umgeben sein, die von den Seitenwänden etwas absteht, so daß eine Luftschichte dazwischen bleibt. Die Luft ist nämlich im stagnirenden Zustande, wie es hier der Fall ist, ein sehr schlechter Wärmeleiter, und nimmt die Erdwärme viel langsamer auf als das Eis, wenn dieses unmittelbar mit dem Boden und mit den Wänden des Kellers in Berührung wäre. Es wird dadurch an Eis gespart, die Luft im Keller kühler erhalten, so wie die Dauer der Eiskühlung wegen Verzögerung seines Schmelzens verlängert.

Wenn man wässerige Flüssigkeiten gefrieren läßt, die gewisse andere Stoffe, als: Zucker, Malzextract, Alkohol, Salze, in der Mischung oder Auflösung enthalten, wozu aber immer eine Temperatur gehört, die bedeutend unter dem Frostpuncte des Wassers liegt, so gefriert aus denselben bloß ein Theil des Wassers, und es bleibt eine concentrirtere Auflösung derselben Stoffe im flüssigen Zustande, die zum theilweisen Gefrieren des Wassers wieder eine noch viel niedrigere Temperatur bedürfen würde. Auf dieses Verhalten basirt sich eine Methode, Wein, Bier, Essig zu concentriren, die Eisgradirung u. dgl. Da aber das entstandene Eis immer einen Theil der Flüssigkeit selbst einschließt, so ist ein solches Verfahren nur da mit Vortheil anwendbar, wo der Antheil der Flüssigkeit, welcher dadurch verloren geht, keinen besondern Werth besitzt, wie dieß z. B. bei der Gewinnung des Kochsalzes aus dem Meerwasser durch die Eisgradirung der Fall ist.

Übrigens bedarf es wohl kaum der Erwähnung, daß bei allen Anwendungen des Dampfes zu Erhitzungen im Großen und überhaupt bei allen Arten von Erhitzungen Wärmeverluste

Statt finden, indem die Gefäße einen Theil davon aufnehmen, ein anderer Theil derselben an die umgebende atmosphärische Luft abgeleitet wird 2c. Deßhalb stimmt in solchen Fällen das Resultat der Rechnung niemals mit dem der Erfahrung überein; der Wärmeaufwand ist immer größer. Es gibt zwar Anhaltspuncte, nach welchen man diese Verluste beiläufig in Anschlag bringen und berechnen kann; indessen ist es besser, hier der Erfahrung zu vertrauen und den stattfindenden Wärmeverlust oder den deßhalb erforderlichen Mehraufwand an Wärme durch einen Antheil des berechneten in einer Anzahl Procenten von diesem, z. B. 25 bis 30 pCt. desselben, auszudrücken. Die Anwendung davon wird später vorkommen.

Verdunstung.

Die atmosphärische Luft enthält immer Wasserdampf; ihr mittlerer Gehalt an solchem beträgt $^1/_{100}$ ihres Gewichtes. Dieser Wasserdampf ist in der Luft nicht chemisch aufgelöst, sondern ihr nur mechanisch beigemengt. Die atmosphärische Luft nimmt mehr davon auf, wenn er eine stärkere Spannung besitzt, als der in der Luft bereits vorhandene; daher wird durch Luftwechsel die Dampfbildung und Verdampfung befördert. Die durch den Luftwechsel neu zugeführte Luft enthält Wasserdampf von geringerer Spannung, und vermag daher aus wässerigen Flüssigkeiten eine Portion Wasser als Dampf aufzunehmen und fortzuführen.

Die Verdampfung bei gewöhnlichen und bei Temperaturen unter dem Siedepuncte des Wassers nennt man insbesondere Verdunstung, den in der Luft unsichtbar enthaltenen Wasserdampf nennt man Wasserdunst. Er bildet sich bei jeder bekannten Temperatur unter dem Siedepuncte des Wassers; allein die Spannung oder Elasticität desselben, so wie die Menge, in welcher er sich bildet, hängt auch von der Temperatur der wässerigen Flüssigkeit ab, aus welcher er sich entwickelt. Der Druck der Luft hindert diese Verdunstung an der Oberfläche nicht.

Der Zymotechniker hat alle Ursache, auf diese Umstände die gehörige Rücksicht zu nehmen.

Alle Gasarten verhalten sich zum Wasser der atmosphärischen Luft gleich.

Die Gährung der von dem Zymotechniker bearbeiteten Flüssigkeiten wird meistens unter Zutritt der atmosphärischen Luft vorgenommen; es entwickelt sich dabei aus den gährenden Flüssigkeiten eine große Menge kohlensaures Gas. Dieses Gas, aus einer wässerigen Flüssigkeit entbunden, ist mit Feuchtigkeit gesättigt; es enthält auch Alkoholdunst. Sein Gehalt an Wasser- und Alkoholdunst ist bedingt von der Temperatur der Flüssigkeit, aus welcher es sich entwickelt. Man kann sich von dieser Thatsache leicht überzeugen, wenn man die Gährung in einem verschlossenen Gefäße vornimmt und das sich dabei entbindende kohlensaure Gas durch ein zweischenkelig gebogenes Gasleitungsrohr, welches man mit Wasser absperrt, ableitet, um das Gas zu nöthigen, durch das Wasser zu streichen, ehe es in die atmosphärische Luft austritt. In dem vorgeschlagenen Wasser findet sich nach beendigter Gährung etwas Alkohol, und zwar um so mehr davon, je höher die Temperatur der gährenden Flüssigkeit war. Um diesen Verlust an Alkohol zu vermindern, ist es gut, die Temperatur der in die geistige Gährung zu versetzenden Flüssigkeit nicht zu hoch zu machen, sie vielmehr möglichst zu erniedrigen; denn die Temperatur größerer Massen gährender Flüssigkeiten steigt während des Gährungsverlaufes ohnedieß noch um ein Bedeutendes, oft um 10—15 Grade nach der Centesimal-Scala, welche von selbst erfolgende Temperaturs-Erhöhung der Verdunstung von Alkohol in Gemeinschaft mit der entweichenden Kohlensäure sehr günstig ist. Dieß begründet einen wesentlichen Vorzug der Untergährung bei niederer Temperatur (6—8° R.) vor der Obergährung bei höherer Temperatur (10—30° R.). Im ersten Falle wird der durch den Gährproceß gebildete Alkohol vollkommener in der Flüssigkeit erhalten.

Einen analogen Einfluß nimmt hierauf die atmosphärische Luft, wenn die gährenden Flüssigkeiten in offenen Gefäßen mit ihr in unmittelbarer Berührung sind. Aber die atmosphärische Luft nimmt hierauf noch einen andern Einfluß; sie wirkt nämlich vermöge ihres Oxygengehaltes oxydirend auf den in der Flüssigkeit gebildeten und enthaltenen Alkohol und verwandelt ihn in Essigsäure. Dieß geschieht um so energischer, je höher die Temperatur der gährenden Flüssigkeit ist. Diesem Umstande ist die Erscheinung zuzuschreiben, daß man in den Gährkammern großer Branntweinbrennereien oft einen geistigen, manchmal aber auch einen sauren Geruch bemerkt. Das Letztere ist immer schon

als ein übles Zeichen in Bezug auf die herrschende Manipulation zu betrachten.

Hiernach könnte es scheinen, daß es vortheilhafter sei, die Gährungen in verschlossenen Gefäßen vorzunehmen; allein es hat sich dabei im Allgemeinen in Berücksichtigung der mehren Umständlichkeit des Verfahrens kein wesentlicher Vortheil bei sonst zweckmäßigem Vorgange herausgestellt.

Bei der Gährung des Weinmostes indessen hat man unter Umständen einen wesentlichen Vortheil in Bezug auf Qualität und Haltbarkeit des erzeugten Weines bei dessen Gährung in geschlossenen Gefäßen beobachtet. Die bekannten Vinificatoren der Madame Gervais in Frankreich und des Hrn. Dr. Gall sind hierfür bestimmt. Bei der Behandlung der Weingährung wird hiervon umständlicher gesprochen werden.

Einfluß der Wärme auf die Äußerung der chemischen Verwandschaft.

Die Wärme übt auch einen großen Einfluß auf die chemische Verwandschaft der Körper, mithin auch auf die Gährungsproducte, welche bei verschiedenen Temperaturen gebildet werden. Bei niedrigerer Temperatur entstehen andere Producte als bei höherer Temperatur, und dieß in um so größerem Grade, je bedeutender die Differenz der Temperaturen der gährenden Flüssigkeiten ist. Der frisch gepreßte Runkelrübensaft z. B. geht unter günstigen Umständen bei der mittlern Temperatur von 16° R. von selbst in die geistige Gährung über und liefert dabei eine seinem Zuckergehalte entsprechende Menge Alkohol und Kohlensäure; er liefert auch neu gebildete Hefe. Überläßt man ihn dagegen bei 35° R. Temp. sich selbst, so erleidet der darin enthaltene Zucker auch eine Zersetzung; aber es wird daraus kein Alkohol, sondern Milchsäure gebildet. (Liebig.) Indeß innerhalb bestimmter Temperatursgrenzen und wenn das Maximum nicht überschritten wird, tritt für den Proceß der geistigen Gährung in dieser Beziehung kein bemerkbarer Nachtheil ein.

Eine höhere Gährungstemperatur ist auch der Oxydation des in der gährenden Flüssigkeit gebildeten Alkohols zu Essig-

säure — bedingt durch den Oxygengehalt der mit ihr in Berührung befindlichen atmosphärischen Luft — günstig, so daß in diesem Falle eine theilweise Essigsäurebildung und dadurch ein Sauerwerden der gegohrenen Flüssigkeit nicht zu vermeiden ist.

Daraus erklärt sich ein zweiter Vorzug der Untergährung bei niederer Temperatur und der Gährung in geschlossenen Gefäßen, weil dabei nicht so leicht eine Essigbildung eintreten kann. Jedenfalls würde sie dadurch sehr verringert.

Aus demselben Grunde soll auch die Obergährung der Bierwürzen bei möglichst niedriger Temperatur vorgenommen werden, besonders wenn man die Absicht hat, auf diese Weise längere Zeit haltbare Biere zu erzeugen.

Technische Benützung des Wasserdampfes in der Zymotechnie.

Der Zymotechniker macht Anwendung von dem Wasserdampfe zu Erhitzungen, Kochungen und Destillationen in der Bierbrauerei und Brantweinbrennerei. Die Grundsätze, auf welchen diese Anwendung beruht, wurden bereits angegeben. Es ist die große Menge gebundener Wärme, welche im Dampfe enthalten ist, vermöge welcher man mit 1 ℔ Dampf $5^1/_2$ ℔ Wasser vom Frostpuncte bis zum Siedepuncte erhitzen kann, die ihn dazu vorzugsweise eignet. Die allgemeinen Erscheinungen, welche dabei Statt finden — Vermehrung des absoluten Gewichtes und Volumens und Verdünnung der Flüssigkeit durch den darin condensirten Dampf, wenn man die Erhitzung durch in die Flüssigkeit unmittelbar einströmenden Dampf bewirkt —, wurden bereits angegeben. Der Zymotechniker muß sie vorzugsweise berücksichtigen; denn in vielen Fällen wendet er diese Erhitzungs- und Kochungs-Methode bei Flüssigkeiten an. Für gewisse Kochungen und Destillationen ist nämlich die Anwendung des Dampfes ganz besonders geeignet, z. B. da, wo bei der Erhitzung über freiem Feuer ein Anbrennen der dicken Flüssigkeit zu befürchten wäre, dann da, wo es auf Schnelligkeit der Erhitzung ankommt, weil sich die dampferzeugende Feuerfläche der Dampfkessel durch zweckdienliche Construction derselben sehr vergrößern und dadurch die Erhitzung und Dampfbildung be-

fördern läßt, was z. B. bei den gewöhnlichen Braupfannen und Destillirblasen nicht im gleichen Maße der Fall ist.

Die Vortheile, welche die Dampf-Anwendung dem Zymotechniker gewährt, sind:

a) Daß da in dem Dampfkessel kein Anbrennen Statt finden kann, die Verbrennuug unter demselben immer auf das Lebhafteste unterhalten werden darf und dabei der Brennstoff bei seiner Verbrennung die größte Wirkung hervorbringt;

b) daß man dem Dampferzeuger (Dampfkessel) eine solche Construction geben kann, daß seine Feuerfläche bei dem geringßen Rauminhalte deßselben die größte, mithin die durch die Verbrennung frei gewordene Wärme auch möglichst vollkommen zur Dampfbildung verwendet wird und dadurch zur Benützung gelangt;

c) daß man mit einem einzigen hinreichend großen Dampfkessel und so mit einer Feuerung so viel leisten kann, als sonst mit mehren Feuerungen, wodurch Zeit und Brennstoff erspart werden;

d) daß die Erhitzungen, Kochungen, Destillationen viel schneller bewirkt werden können, und

e) daß dabei nie ein Anbrennen Statt finden kann.

Diese aufgezählten Vortheile gewährt die äußere Dampferhitzung mit Anwendung eines Dampfbades und gespannter Dämpfe am vollständigsten. Minder vollkommen erreicht man sie bei Erhitzungen mittelst einströmenden Dampfes bei der Dampfdestillation, indem dadurch

a) die Menge der Flüssigkeit vermehrt,

b) dieselbe verdünnt, und

c) der Abtrieb verzögert wird,

so daß die oben aufgezählten Vortheile dadurch eine wesentliche Beeinträchtigung erleiden.

Die Destillation mittelst einströmenden Dampfes läßt sich daher nur bei sehr zweckmäßig construirten Apparaten, durch die größere Schnelligkeit des Betriebs und durch den Umstand rechtfertigen, daß man damit Flüssigkeiten destilliren kann, die eine solche Beschaffenheit besitzen, daß sie bei der Beheizung der Kessel mit freiem Feuer anbrennen würden.

Der Sauerstoff.

Mit dem reinen, isolirt dargestellten Sauerstoffgas hat es der Zymotechniker nicht zu thun.

Der Sauerstoff, Oxygen = O, kommt aber in gasiger, flüssiger und starrer Form in den von dem Zymotechniker benützten Substanzen und bearbeiteten Materialien vor, und er nimmt in diesen Formen einen thätigen Antheil an allen zymotechnischen Processen. Es ist daher nothwendig, seine darauf Bezug nehmenden Eigenschaften und sein Verhalten zu kennen.

In der atmosphärischen Luft ist er in Gasform enthalten; in dieser Form und Verbindung ist er geeignet, auf alle von dem Zymotechniker vorgenommene Processe einen großen Einfluß zu üben; er wird aus der atmosphärischen Luft, mit welcher in unmittelbarer Berührung alle diese Processe vorgenommen werden, von den bearbeiteten flüssigen und starren Substanzen absorbirt. Diese Absorbtion ist eine theils nothwendige und dann nützliche, theils eine zufällige und dann meistens schädliche.

Erhöhte Temperatur begünstigt sie. Der Zymotechniker muß sie nach Bedarf zu befördern und zu verhindern wissen. Das Letztere bewirkt er vorzüglich durch Absperrung oder Verhinderung des Zutrittes der atmosphärischen Luft und durch Erniedrigung der Temperatur.

Im Wasser, im Alkohol ist der Sauerstoff in tropfbarflüssiger Verbindung (bei gewöhnlicher Temperatur) enthalten. Es ist wahrscheinlich, daß das Wasser mit seinem Sauerstoffgehalte an gewissen zymotechnischen Processen Antheil nimmt.

Bei der Umwandlung des Alkohols in Essigsäure findet eine Wasserbildung Statt.

Der Zucker, welcher durch den Proceß der geistigen Gährung zersetzt, die Hefe, welche dabei neu gebildet wird, enthalten den Sauerstoff im starren Zustande. Nebstdem findet er sich in allen starren, von dem Zymotechniker bearbeiteten Substanzen. Bei der Umsetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure geht er neue Verbindungen in andern Verhältnissen ein.

Bei dem Verbrennungs-, Gährungs- und Keimprocesse nimmt das Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft den thätigsten Antheil.

Das Sauerstoffgas ist, obwohl specifisch schwerer als die

atmosphärische Luft (seine specifische Schwere = 1,1026), dennoch in derselben ganz gleichförmig vertheilt enthalten. Was der atmosphärischen Luft davon durch den Athmungsproceß der Thiere, durch Verbrennungs-, Faulungs- und Verwesungsprocesse 2c. entzogen wird, ersetzt ihr die Vegetation der Pflanzen, wodurch die erzeugte Kohlensäure aufgenommen und Sauerstoffgas ausgeschieden wird, wieder.

Es ist dieß die merkwürdige Erscheinung im Haushalte der Natur, wodurch der Sauerstoffgasgehalt der atmosphärischen Luft ohngeachtet der vielen darin vorgehenden Störungen doch immer in einem gleichen Verhältnisse erhalten wird. Nur in geschlossenen Räumen ist es möglich, der atmosphärischen Luft den Sauerstoffgasgehalt mehr oder weniger vollständig zu entziehen.

Die specifische Wärme des Sauerstoffgases = 0,2361, jene des Wassers = 1,000 gesetzt; sein Atomengewicht wird = 10,000 angenommen.

Der Sauerstoff verhält sich gegen alle übrige Körper elektronegativ; er verbindet sich mit vielen derselben, langsamer bei gewöhnlicher, schneller bei höherer Temperatur. Diesen Proceß nennt man die Oxydation, den Oxydationsproceß. Es findet dabei immer — bedingt durch die Oxydation selbst — mehr oder weniger Temperaturserhöhung Statt, daher wir diesen Proceß (den Verbrennungsproceß, welcher auch ein solcher ist) anwenden, um uns auf künstliche Art Wärme zu erzeugen. Fette Öle absorbiren an der atmosphärischen Luft Sauerstoffgas aus derselben. Mit solchen getränkte Baumwolle, Wolle, Hobelspäne erhitzen sich dabei so stark, daß bei größern Massen derselben Selbstentzündung erfolgt. Gegohrene, geistige Flüssigkeiten absorbiren bei günstiger Temperatur in Berührung mit der atmosphärischen Luft Sauerstoffgas aus derselben; der Alkohol geht durch die stattfindende Oxydation desselben in Essigsäure über; es tritt dabei Temperaturserhöhung der Flüssigkeit ein.

Bei der absichtlichen Essigerzeugung aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten vereinigen wir daher alle Umstände, welche dieser Oxydation günstig sind.

Das Schwefeln (Einschlaggeben) der Weinfässer bezweckt mit, den Wein außer Berührung mit der atmosphärischen Luft zu bringen und ihn dadurch vor dem Sauerwerden zu schützen.

Der Sauerstoff macht auch einen wesentlichen Bestandtheil

der verwendeten Brennstoffe aus. Die Menge der durch ihre Verbrennung frei werdenden Wärme ist den dabei absorbirten oder in die Mischung der Verbrennungsproducte aus der atmosphärischen Luft übergehenden Sauerstoffgas-Mengen proportional.

Der Wasserstoff.

Der Wasserstoff, **Hydrogen** = **H**, macht einen wesentlichen Bestandtheil des Wassers und einen Bestandtheil aller von dem Zymotechniker verarbeiteten Substanzen (Zucker, Gummi, Stärkmehl, Kleber rc.) aus. Er findet sich auch in den von ihm erzeugten nutzbaren Producten (Alkohol, Hefe).

Der reine Wasserstoff und das Wasserstoffgas, die Form desselben, in welcher er gewöhnlich isolirt dargestellt wird, kommen in der Gährungschemie nicht in Betracht. Als Bestandtheil der von dem Zymotechniker verarbeiteten Substanzen nimmt er aber ebenfalls an allen in der Zymotechnie vorgehenden Zersetzungen und Verbindungen Antheil. In diesen Substanzen findet er sich in starrer, im Wasser, im Alkohol, im Fuselöl in tropfbarflüssiger Verbindung. Das Wasserstoffgas ist brennbar (oxydirbar), sein Verbrennungs- (Oxydations-) Product ist Wasser. Zur Verbrennung (Oxydation) desselben ist Zutritt und Berührung mit der atmospärischen Luft (Sauerstoff) unumgänglich nöthig. Durch erhöhte Temperatur wird dieselbe befördert.

Die specifische Wärme des Wasserstoffgases = 3.2936; seine specifische Schwere = 0.0688; seine lichtbrechende Kraft ist 6.614mal größer als die der atmosphärischen Luft. Alle brennbare Wasserstoffverbindungen (Alkohol) zeichnen sich durch eine größere strahlenbrechende Kraft aus. Der Wasserstoff macht nebstdem noch einen Bestandtheil der verwendeten Brennstoffe aus.

1 ℔ Wasserstoffgas entwickelt bei seiner Verbrennung 23400 Wärme-Einheiten, gerade dreimal mehr als der Kohlenstoff.

Das Atomengewicht des Wasserstoffes = 0.625.

Der Kohlenstoff.

Der reine Kohlenstoff, Carbon = C, kommt in der Gährungschemie ebenfalls nicht in Betracht; er macht aber einen Bestandtheil aller in der Gährungschemie verwendeten Materialien (mit Ausnahme des Wassers) und der erzeugten Producte aus. Beim Keimen der Getreidearten beim Meischen und Gähren geht der Kohlenstoff neue Verbindungen in andern Quantitäts-Verhältnissen ein, als die sind, in welchen er in den verarbeiteten Materialien enthalten war; bei der Gährung verbindet sich ein Theil desselben mit Sauerstoff zu Kohlensäure, und diese entweicht in Gasform unter Aufschäumen der gährenden Flüssigkeit.

Der Kohlenstoff macht auch einen Hauptbestandtheil der verwendeten Brennstoffe aus.

Das Atomengewicht des Kohlenstoffes = 7.5854 Lieb. u. Redt.

Früher nahm man das Atomengewicht des Kohlenstoffes nach der Bestimmung von Berzelius = 7.6437 an. Einige setzen es = 7.500. Die neue Bestimmung bringt einige Veränderungen der Zahlenverhältnisse zwischen Zucker, Alkohol und Kohlensäure hervor. Nach der ältern Zahl steht die Menge des aus dem Zucker erzeugten Alkohols zur Menge der dabei gebildeten Kohlensäure im Verhältnisse = 1000 : 952; nach den neuen Atomenzahlen des Kohlenstoffs = 1000 : 954 und wie 1000 : 956. Diese Veränderung hat einigen Einfluß auf die durch Rechnung gefundenen Attenuationszahlen. Wir nehmen hier das Mischungsgewicht des Kohlenstoffes = 7,50 an, weil es das richtigste zu sein scheint. 1 ℔ Kohlenstoff entwickelt bei seiner vollkommenen Verbrennung zu Kohlensäure 7800 Wärme-Einheiten.

Der Stickstoff.

Der Stickstoff, Azot = A, oder auch = N (Nitrogen), macht in Gasform einen Bestandtheil der atmosphärischen Luft aus; im starren Zustande findet er sich in mehren von dem Zymotechniker bearbeiteten Pflanzenbildungstheilen, als: im Kleber, Eiweiß, Mucin, Glutin, Diastas; er findet sich in mehren Gährungsproducten, als: in der Hefe, im Ammoniak.

Seine Gegenwart in der atmosphärischen Luft hat keinen unmittelbaren Einfluß auf die Processe in der Gährungschemie.

In mehren stickstoffhaltigen nähern Pflanzenbildungstheilen enthalten, die sich in den von dem Zymotechniker verarbeiteten Substanzen befinden, nimmt er an allen Zersetzungen und Verbindungen, welche bei den Keimungs-, Zuckerbildungs- und Gährungs-Processen vor sich geben, unmittelbaren Antheil; er geht dabei in die Mischung einiger der neu gebildeten Producte ein. Diese stickstoffhaltigen Pflanzenbildungstheile zeichnen sich vor den andern stickstofffreien dadurch aus, daß sie viel leichter und schneller in Selbstzersetzung — in Fäulniß — übergehen. Es ist bekannt, daß ein in Fäulniß begriffener Körper die Fähigkeit besitzt, andere, ähnlich zersetzbare Körper bei unmittelbarer Berührung ebenfalls zur Zersetzung, zur Fäulniß, zu disponiren.

Die specifische Wärme des Stickgases ist = 0.2754, seine specifische Schwere = 0.976 und das Atomengewicht des Stickstoffes = 8.75

Im isolirten Zustande kommt er in der Gährungschemie nicht in Betracht.

Der Schwefel.

Der reine Schwefel hat in der Zymotechnie weniger Bedeutung. Man macht von demselben Gebrauch beim Schwefeln der Weinfässer bei dem sogenannten Einschlaggeben, wobei er zu schwefligsaurem Gase verbrennt und dieses diejenige Substanz ist, welche wegen ihrer Fähigkeit den Sauerstoff zu absorbiren, die Selbstgährung des Mostes als auch das Sauerwerden der Weine verzögert. Der Schwefel macht aber einen wesentlichen Bestandtheil der Proteingebilde der Getreidesamen und der Hefe aus, welche aus ersteren entsteht. Wenn man den Kleber die Proteingebilde oder die Hefe mit Aetzkalilauge erhitzt und diese Flüssigkeit mit einer Säure versetzt, so entwickelt sich aus derselben Schwefelwasserstoffgas. Dasselbe Gas entwickelt sich bei der Fäulniß der genannten Substanzen, wodurch sich die Gegenwart von Schwefel darin offenbart. In größter Menge ist er im Pflanzenleim enthalten.

Insofern der Schwefel zur Bildung der Hefe nothwendig

ist, erscheint derselbe sowie seine Gegenwart in den Proteinkörpern für den Zymotechniker von Wichtigkeit —

Der Schwefel (Sulfur) wird bezeichnet mit **S** und sein Mischungsgewicht = 20.00.

Der Phosphor.

Der Phosphor macht einen Bestandtheil einiger Proteinkörper, des Fibrins und Albumins aus; in der Hefe wurde er bis jetzt als solcher nicht aufgefunden, was darauf hindeutet, daß die Hefe aus den genannten beiden Pflanzenstoffen nicht gebildet werde. Er findet sich ferner in den Getreidesamen in der Bierwürze und Branntweinmeische dann in der Hefe in freier Phosphorsäure und in phosphorsauren Salzen, welche letztere zur Ausbildung der Hefe nothwendig zu sein scheinen. Beim Bier werden dießfällige Analysen mitgetheilt werden. Von der Rolle, welche dem Phosphor und seinen Verbindungen bei den zymotechnischen Processen zukommt, ist noch wenig bekannt und ermittelt.

Der Phosphor wird bezeichnet mit **P** und sein Mischungsgewicht = 20.00.

Mit dem Sauerstoff verbindet sich der Phosphor in mehren Verhältnissen, wovon die höchste Oxydationsstufe die Phosphorsäure ist. Sie besteht aus 2 Atomen Phosphor und 5 Atomen Sauerstoff. Ihr Symbol ist demnach: $P_2\ O_5$ und ihr Mischungsgewicht = 90.00. Sie ist im Wasser leicht löslich und diese Lösung hat die Eigenschaft, Kleber und Porteinkörper mit Leichtigkeit und unverändert aufzulösen. In den Bierwürzen und Branntweinmeischen, die aus Malz und Getreide erzeugt werden, ist die Phosphorsäure in freiem Zustande enthalten, und ihre Gegenwart darin ist jedenfalls nicht ohne Einfluß auf die vorgehenden Processe. Zum zymotechnischen Gebrauche kann man sie darstellen aus Knochenasche, indem man 10 Gewichtstheile davon mit 9 Gewichtstheilen Schwefelsäure zerlegt, die vorher mit ihrem 10fachen Gewichte Wasser verdünnt worden war. Sie ist nicht ätzend, läßt sich deßhalb in hölzernen Gefäßen bereiten, und durch einen Spitzbeutel von Leinwand von dem gefällten Gips abseihen. In diesem klar filtrirten Zustande kann sie verwendet werden.

Der dabei als Nebenproduct erhaltene Gips ist ein vorzüglicher Dunggips.

Die atmosphärische Luft.

Die atmosphärische Luft, welche unsern Erdball umgibt, in welcher wir athmen und leben, ist auch dasjenige Gas, in welchem alle bei der Ausübung der Gährungsgewerbe vorkommenden Processe vorgenommen werden, welches daher mit allen in diesen verwendeten Materialien und daraus erzeugten Zwischen- und Hauptproducten in unmittelbare Berührung kommt. Ihr Einfluß auf diese Materialien, auf die vorgehenden Processe und auf die erzeugten Producte ist daher unverkennbar und für den Zymotechniker von großer Wichtigkeit.

Die atmosphärische Luft ist farblos; nur in größern Massen erscheint sie uns blau; sie ist im reinen Zustande ohne Geschmack und ohne Geruch; sie ist elastisch und etwa 772mal leichter als Wasser. Ein Cubikfuß derselben wiegt 563.3 W. Gran oder nahe $^1/_{14}$ W. Pfund.

Zur Vergleichung mit den gleichen Eigenschaften anderer Gasarten nimmt man ihr specifisches Gewicht (bei 0° R. Temp.), ihre strahlenbrechende Kraft und ihre Wärme-Capacität = 1.000 an.

Der Hauptsache nach besteht die atmosphärische Luft aus Stickgas und Sauerstoffgas. Sie enthält davon

in 100 Raumtheilen:	79	Stickgas und	100.
	21	Sauerstoffgas	
in 100 Gewichtstheilen:	76.91	Stickgas	100.00
	23.09	Sauerstoffgas	

Nebst diesen enthält die atmosphärische Luft noch Wasserdunst, kohlensaures Gas, einen gewissen Wärmegehalt (Temperatur), Elektricität und manchmal faulige Ausdünstungen (Miasmen).

Der Gehalt der atmosphärischen Luft an diesen Stoffen ist jedoch ein veränderlicher und meistens von zufälligen Einflüssen abhängig.

An Wasserdunst enthält die atmosphärische Luft im Mittel 0.01 ihres absoluten Gewichtes; sein relativer Gehalt in derselben wird bestimmt mittelst eigener Instrumente, die man Hygrometer nennt. Der Zymotechniker hat den Feuchtigkeits-

zustand der atmosphärischen Luft weniger zu beachten. In feuchter Luft geht die Verdunstung von Wasser langsamer vor sich, daher wird bei feuchter Luft die Abkühlung der Bierwürze auf den Kühlstöcken verzögert.

An kohlensaurem Gase enthält die atmosphärische Luft im Mittel 0.001 ihres absoluten Gewichtes. Es ist ohne merkbaren Einfluß auf die Processe bei den Gährungsgewerben. Da dasselbe specifisch schwerer ist als die atmosphärische Luft, so senkt es sich in derselben immer zu Boden, weßhalb die untern Luftschichten mehr davon enthalten als die obern.

Der Wärmegehalt oder die Temperatur der atmosphärischen Luft wird gemessen mittelst des Thermometers. Sie ist verschieden nach der Jahres- und Tages-Zeit, verschieden nach der Lage des Ortes über der Meeresfläche, nach den herrschenden Winden, nach der Witterung, nach der Lage der Localitäten über und unter der Erde. Wenn von der Temperatur eines Locals die Rede ist, so versteht man darunter immer die Temperatur der Luft in demselben.

Die Temperatur der äußeren Atmosphäre, so wie die der atmosphärischen Luft in den verschiedenen Localitäten, in welchen zymotechnische Operationen und Processe vorgenommen und die erzeugten Producte aufbewahrt werden, nimmt auf den Verlauf und Erfolg der ersteren und auf die Haltbarkeit der letzteren einen sehr wesentlichen Einfluß, daher sich der rationelle Zymotechniker in fortwährender genauer Kenntniß derselben zu erhalten suchen muß.

Der Elektricitäts-Zustand der atmosphärischen Luft ist verschieden, und man will gefunden haben, daß eine starke elektrische Spannung in der Luft, d. i. eine Anhäufung von freier, positiver Elektricität darin, wie dieß vor Gewittern Statt findet, in der geistigen Gährung befindliche Flüssigkeiten zum Umschlagen, d. h. zur Säuerung, zum Übergang in die Essiggährung disponire.

Nur reine Luft ist bei den zymotechnischen Operationen und Processen zuträglich. Ist dieselbe dumpfig, enthält sie faulige Ausdünstungen, so ziehen besonders gährende Flüssigkeiten davon an; sie erhalten dadurch einen fauligen oder modrigen Geruch und Geschmack; sie schimmeln leicht und gehen ihrem Verderbniß entgegen. Daher soll vorzüglich die in den Gährlocalitäten und Lagerkellern befindliche Luft rein sein und durch

fleißiges Lüften dieser Localitäten — wenn dieß, ohne ihre Temperatur nachtheilig zu erhöhen, möglich ist — rein erhalten werden.

Wegen ihrer Schwere übt die atmosphärische Luft einen Druck auf die Erde und auf die auf ihr befindlichen Körper aus. Dieser Luftdruck ist nach verschiedenen Umständen veränderlich und wird gemessen mittelst des Barometers. Ein wesentlicher Einfluß desselben auf die zymotechnischen Processe wurde bis jetzt nicht beobachtet oder es wurden vielmehr noch gar keine Beobachtungen darüber gemacht.

Stagnirende Luft ist ein schlechter Wärmeleiter; im bewegten Zustande (als Wind) leitet sie die Wärme gut und wirkt daher in diesem sehr austrocknend und dadurch auch erkältend. Deßhalb befördert Luftwechsel über den Kühlschiffen die Abkühlung der Bierwürzen.

Die chemische Wirksamkeit der atmosphärischen Luft bei den zymotechnischen Processen beruht vorzüglich auf ihrem Sauerstoffgehalte; der in ihr enthaltene Stickstoff verhält sich hierbei ganz indifferent. Durch den Gehalt an Sauerstoffgas wird die atmosphärische Luft zur Unterhaltung der Verbrennung, des Athmens, des organischen Lebens tauglich. Nur in Berührung mit Sauerstoffgas (atmosphärischer Luft) keimen die Samen; nur nach vorhergegangener Berührung mit atmosphärischer Luft (Sauerstoffgas) kommen die Fruchtsäfte in Selbstgährung, und nur in Berührung mit dieser gehen gegohrne alkoholhaltige Flüssigkeiten in Essig über.

Das Wasser.

Das Wasser ist das allgemeinste Auflösungsmittel in der Natur und auch diejenige Flüssigkeit, welche der Zymotechniker bei allen von ihm vorgenommenen Auflösungen anwendet. In den gährungsfähigen Obst- und Beerensäften ist es bereits und oft in mehr als der erforderlichen Quantität enthalten.

Das Wasser besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff; in 100 Gewichtstheilen enthält es:

Wasserstoff . . .	11.12	100.00.
Sauerstoff . . .	88.88	

Es sind darin 2 Atome Wasserstoff mit 1 Atom Sauerstoff

verbunden, daher seine stöchiometrische Bezeichnung = H_2O. Statt deren gebraucht man oft die Bezeichnung **Aq**, die Anfangsbuchstaben seiner lateinischen Benennung **Aqua**. Sein Atomengewicht ergibt sich, wie folgt:

2 Atome Wasserstoff	= .	1.25.
1 Atom Sauerstoff	= .	10.00.
1 Atom Wasser	. = .	11.25.

Dem Volumen nach entsteht es aus zwei Raumtheilen Wasserstoffgas auf einen Raumtheil Sauerstoffgas.

Das Wasser findet sich in der Natur in allen drei Aggregatsformen; der Zymotechniker macht davon in allen drei Formen Anwendung.

Man kann vier constante Verbindungen des Wassers mit Wärme unterscheiden, als: das Eis, das eiskalte Wasser, das siedende Wasser und den Wasserdampf. Sie begründen zum Theil die Aggregatsformen desselben.

Im starren Zustande bei niederer Temperatur und in kristallisirten chemischen Verbindungen heißt es Eis, in letzteren Kristall-Eis. In amorphen chemischen Verbindungen nennt man es Hydratwasser. Es ist darin in constanten stöchiometrischen Quantitäts-Verhältnissen enthalten.

Wenn das Eis schmilzt, zeigt es während dieser Formänderung eine constante Temperatur; sie wird als fixer Punct bei der Anfertigung der Thermometer benützt und mit 0 bezeichnet; es ist der sogenannte Frostpunct (Schmelzpunct des Eises). Dabei wird eine beträchtliche Menge Wärme gebunden, die für jedes Pfund Eis 75 Wärme-Einheiten beträgt. Deßwegen dient das Eis als ein vorzügliches Abkühlungsmittel.

Die specifische Schwere des Eises ist etwa 0.9; es schwimmt daher auf dem Wasser.

Den tropfbarflüssigen Zustand behält das Wasser vom Frostpuncte bis zum Siedepuncte.

Das reinste, natürlich vorkommende Wasser ist das Regen- und Flußwasser. Ersteres enthält nur Spuren von Ammoniak und Salpetersäure nebst fauligen Ausdünstungen; das letztere ist oft mechanisch getrübt. Das Quellwasser und Brunnenwasser enthält mehr, vorzüglich doppelt kohlensaure Salze, trübt sich durch Abscheidung einfacher Carbonate beim Kochen, wird von einer Seifenauflösung getrübt und taugt nicht gut zum Weichkochen der Hülsenfrüchte; man nennt es daher hartes, er-

steres weiches Wasser. Eine Auflösung von Seife in Weingeist (Seifengeist) dient als einfaches Reagens, um beide von einander zu unterscheiden. Nur hartes Wasser, welches Kalk-, Bittererden- oder Eisensalze enthält, wird davon getrübt. Die Stärke der entstehenden Trübung gibt beiläufig Aufschluß über den relativen Gehalt des Wassers an solchen Substanzen, ob nämlich mehr oder weniger davon darin enthalten ist.

Über den Einfluß des verwendeten Wassers auf die zymotechnischen Processe wird später gesprochen werden.

Durch bebrochene Destillation aus blanken Metallgefäßen kann man es reinigen.

Das reine Wasser ist farbelos, klar, durchsichtig; es hat weder Geschmack noch Geruch; es ist weder sauer noch alkalisch und verändert daher die Pflanzenfarben nicht. Bei einer Temperatur von 3.5° R. zeigt es seine größte Dichte. 100000 Raumtheile Wasser von 3.5° R. Temp. werden bei der Erwärmung bis zum Siedepuncte auf 104333 Raumtheile ausgedehnt. Die specifische Wärme und die specifische Schwere des Wassers werden zur Vergleichung mit den analogen Eigenschaften anderer Körper = 1.000 gesetzt. Bei letzterem ist jedesmal die Temperatur zu berücksichtigen, weil sie Einfluß auf das Volumen und somit auf die Dichte der Körper nimmt. Die nachstehende kleine Tabelle, nach den Versuchen von Prof. Stampfer zusammengestellt, gibt hierüber nähere Nachweisung in Zahlen. Im Tausendgran-Fläschchen, welches für die Temp. von 14° R. adjustirt ist, wiegt das Wasser

				1. Diff.	2. Diff.
bei 10° R.	Temperatur	1000.769	Gran,	164	
„ 11 „	„	1000.605	„	183	19
„ 12 „	„	1000.422	„	202	19
„ 13 „	„	1000.220	„	220	18
„ 14 „	„	1000.000	„		
„ 15 „	„	999.762	„	238	18
„ 16 „	„	999.507	„	245	17
„ 17 „	„	999.236	„	271	16
„ 18 „	„	998.949	„	287	16

Jeder Grad Reaumur Temperaturs-Differenz über der Normal-Temperatur von 14° R. entspricht sehr nahe ¼ Gran Wasser im Tausendgran-Fläschchen weniger; jeder Grad R. unter dem Normale entspricht nahe ⅕ Gran mehr. Die Temperatur, bei welcher die Dichte einer Flüssigkeit bestimmt worden ist,

muß daher immer angegeben werden, um Irrungen zu begegnen. Ein Wiener Cubikfuß Wasser wiegt 56.3 Wiener Pfund.

Das Wasser absorbirt Gase und Dämpfe, mehr bei niedrigerer, weniger bei höherer Temperatur; es ist ein Auflösungsmittel für fast alle Körper.

Die Auflösung wird durch Wärme, die Extraction durch Druck befördert.

Das Wasser verdunstet an seiner Oberfläche schon bei der gewöhnlichen Temperatur, und von da an bei allen Temperaturen bis zu seinem Siedepuncte. Beim Sieden findet die Dampfbildung nicht bloß an der Oberfläche, sondern in der ganzen Wassermasse Statt. Das Wasser ändert dabei wieder seine Aggregatsform, es geht in den dampfförmigen Zustand über. Der Dampf bindet dabei eine große Menge Wärme, um als solcher bestehen zu können. Ein Wiener Pfund kochendes Wasser enthält, vom Nullpuncte an gerechnet, 100 **W. E.** an freier Wärme; seine Temperatur ist 100° C. In Dampfform zeigt es dieselbe Temperatur; aber es enthält 1 ℔ Dampf von 100° C. Temperatur 550 Wärme-Einheiten an gebundener Wärme. Ein Cubikfuß Wasser gibt etwa 1700 Cubikfuß Dampf von 100° C. Temperatur, dessen specifische Schwere = 0.6235.

Dieser große Gehalt des Wasserdampfes an gebundener Wärme, verbunden mit seiner Elasticität, seinem großen Volumen und seiner leichten Condensirbarkeit, begründet die vielfältige technische Anwendung desselben als bewegende Kraft, zu Cocturen, zur Hervorbringung eines luftleeren Raumes ꝛc.

Durch den Luftdruck und durch im Wasser aufgelös'te Substanzen wird sein Siedepunct verändert.

Die Temperatur, bei welcher das Wasser bei einem Barometerstande von 28 Pariser Zoll siedet, wird benützt zur Bestimmung des zweiten fixen Punctes (des Siedepunctes) bei Thermometern. Durch größern Druck auf das siedende Wasser, z. B. durch Verschließung des Gefäßes, wird sowohl die Temperatur des Wassers als des Dampfes erhöht, die Spannung und die Dichte des letztern vergrößert.

In diesem Zustande ist der Dampf zur äußeren Erhitzung mehr geschickt.

Der Zymotechniker kann nicht von jedem Wasser Gebrauch machen. Das reinste Wasser ist für ihn offenbar das beste. Indessen, dem praktischen Zymotechniker steht selten eine Aus-

wahl desselben frei, und er muß es oft nehmen, wie es ihm zu Gebote steht. Er verwendet es zu mehren Zwecken, als: zum Speisen des Dampfkessels, zum Einquellen des Getreides vor dem Keimen, zum Einmeischen, zum Zukühlen der Meischen, zur Kühlung der Kühlgeräthe, zur Reinigung der Gefäße. Je nach seiner Beschaffenheit hat es einen verschiedenen Einfluß bei seinen mehrfachen Verwendungen, auf den Erfolg der damit vorgenommenen Operationen, so wie auf die Qualität der erzeugten Producte; denn es macht z. B. im Bier einen Hauptbestandtheil desselben aus. Im Branntwein ist es im destillirten Zustande enthalten, wenn er nicht mit Wasser verdünnt worden ist; in den Wein gelangt es aus dem Traubensafte, worin es schon vorhanden war.

Wenn das Wasser vollkommen klar ist und in 1000 Gran desselben nicht mehr als 2 Gran fixe Stoffe (Salze) sich aufgelöst befinden, so ist es noch zu allen Verwendungen in der Zymotechnie geeignet. Zu mehren Verwendungen desselben, als: zur Kühlung der Kühlgeräthe, zum Reinigen der Gefäße, kann es selbst noch mehr davon enthalten, ohne irgend einen Nachtheil zu bewirken.

Von solchen harten Wässern muß man zweierlei nach ihrem verschiedenen Verhalten beim Kochen unterscheiden, und zwar:

a) Wasser, welches sich beim Kochen trübt, und

b) Wasser, das sich beim Kochen nicht trübt.

Das erstere Wasser enthält doppelt kohlensaure Salze (Kalk, Bittererde, Eisenoxydul) aufgelöst, welche beim Kochen unter Entwickelung eines Theils der Kohlensäure zersetzt und in einfache Carbonate verwandelt werden, die sich als im Wasser unlöslich daraus präcipitiren und es trüben.

Ein solches Wasser setzt im Dampfkessel sogenannten Kesselstein ab. Man glaubt, es tauge minder beim Einquellen des Getreides, indem sich dabei auch einfache Carbonate daraus präcipitiren, welche sich auf die Hülsen des Getreides niederschlagen, deren Poren verstopfen, das Eindringen des Wassers verhindern und dadurch das Einquellen verzögern; allein es ist dieß eine Befürchtung, die ungegründet scheint und auf keiner richtigen praktischen Erfahrung beruht; denn es ist Thatsache, daß das Einquellwasser des Getreides immer freie Kohlensäure enthält, die sich während des Einquellens aus dem Samen bildet und

entwickelt, und in diesem Falle dürfte eine Präcipitation von einfachen Carbonaten aus dem Wasser kaum Statt finden.

Für den Meischproceß, als Zukühlwasser für die Branntweinmeische, ist dieses Wasser schädlich, weil es die freie Phosphorsäure in den Meischen neutralisirt, und dadurch der Auflösung der hefebildenden Proteinkörper hinderlich wird. Auf zweierlei Art kann es gereinigt werden, nämlich:

1) Durch Kochen und ruhiges Abstehen nach dem Kochen, wobei sich die ausgeschiedenen einfachen Carbonate absetzen. Dieß erfordert Zeit und Brennstoff.

2) Durch gebrannten Kalk in Form von Kalkmilch. Der Kalk nimmt denselben Antheil Kohlensäure aus den Bicarbonaten auf, der sich beim Kochen des Wassers verflüchtigt; es entsteht dadurch unlöslicher, einfach kohlensaurer Kalk; die vordem in dem Wasser aufgelöst gewesenen Bicarbonate werden durch Entziehung von Kohlensäure ebenfalls in einfache Carbonate verwandelt und dadurch im Wasser unlöslich. Beide werden präcipitirt; beim ruhigen Stehen setzen sie sich am Boden ab; das darüber stehende Wasser wird klar, ist reiner und kann verwendet werden. Es gehören dazu große Wasserbehälter und Zeit, und deßhalb dürften sich in der Praxis hierbei mancherlei Schwierigkeiten zeigen. Es darf auch kein Kalküberschuß zugesetzt werden; denn sonst würde das Wasser alkalisch und dadurch beim Meischprocesse nachtheilig wirken.

Wasser, welches sich beim Kochen nicht trübt und doch Salze enthält, ist, wenn der Salzgehalt nicht zu groß, zu allen Anwendungen in der Zymotechnie geeignet. Die darin enthaltenen Salze können von mehrerlei Art sein, und zwar: Alkalisalze, Salze der alkalischen Erden (Kalksalze), der Erden (Bittererden- und Thonerden-Salze) und der Metalle (Eisensalze). Die damit gewöhnlich in Verbindung vorkommenden Säuren sind: Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure. In vielen Wässern findet sich Gips (schwefelsaurer Kalk).

Solche Wässer, wenn sie nur klar sind (außerdem müßte man sie durch Abstechen sich klären lassen), müssen in dem Zustande verwendet werden, wie sie die Natur uns darbietet. Durch Kochen können sie nicht verbessert werden; denn je mehr man sie kocht, desto mehr Wasser verdampft daraus, desto mehr concentrirt sich der Salzgehalt im Rückstande, desto unbrauchbarer wird das Wasser. Es ist auch nicht einzusehen, welchen Nutzen

das Kochen des Wassers hierbei haben sollte. Im Dampfkessel gebraucht, scheidet sich aus gipshaltigem Wasser Gips ab und vermehrt den Kesselstein, der dadurch fester wird; das rückständige Wasser stellt endlich eine ziemlich concentrirte Salzlauge dar und muß deßhalb von Zeit zu Zeit aus dem Dampfkessel ausgelassen werden, damit eine Ausscheidung der Salze am Boden und dadurch ein Verbrennen des Kesselbodens nicht Statt finde.

Man hat vorgeschlagen, solche Kalk-, Erd- und Metallsalze dadurch aus dem Wasser zu entfernen, daß man sie mit Holzaschenlauge oder Potasche zersetzt und deren Basen als Carbonate präcipitirt; aber es bringt dieß durchaus keinen Vortheil. Abgesehen von den Kosten und von dem Umstande, daß das Wasser durch die fremden darin enthaltenen Salze nur noch mehr verunreinigt wird, werden auch die in dem Wasser enthalten gewesenen Salze dadurch nicht weggeschafft, nur verwandelt. Aus Kalk-, Erd- und Eisensalzen werden Kalisalze; sie bleiben im Wasser gelöst. Wenn sie in größerer Menge darin enthalten sein sollten, können sie einen merkbaren Einfluß auf den Gährproceß ausüben.

Sumpfwasser, welches getrübt und übelriechend ist, kann nur dadurch zum Einquellen, Meischen und Zukühlen brauchbar gemacht werden, daß man es vorher kocht und, wenn es nothwendig, abkühlen und durch Ruhe klären läßt.

Diesem Verfahren steht aber immer die Kostspieligkeit wegen des stattfindenden Aufwandes entgegen, und es könnte nur dadurch gerechtfertigt werden, daß eben kein anderes Wasser zu Gebote steht, man daher gezwungen ist, dasselbe anzuwenden. Die in dem Wasser enthaltene Sumpfluft entweicht dabei aus demselben; ist Schwefelwasserstoffgas darin, so erzeugt es an der Oberfläche der kupfernen Siedegeräthe einen dünnen Überzug von Schwefelkupfer; im Wasser gelöste organische Substanzen werden dabei oxydirt und als nun unlöslich gefällt; die etwa darin befindlichen Infusionsthierchen werden dadurch getödtet. Indessen muß man ein solches, mit faulenden organischen Substanzen geschwängertes Wasser so viel als möglich zu den genannten speciellen Verwendungen zu vermeiden suchen; denn es bringt den Keim des frühen Verderbens in die damit bereiteten zymotechnischen Producte. Durch eine im großen Maßstabe angewendete Kohlenfiltration ließe sich ein solches Wasser wohl am besten reinigen. Eine Kochung desselben in Holzge-

fäßen mit einströmendem Dampf kann unter mancherlei Umständen nützlich sein, indem die Bildung von Kupfersulfurid vermieden wird und eine Concentrirung des etwaigen Salzgehaltes im Wasser nicht Statt finden kann; im Gegentheile würde er wegen des darin sich condensirenden Dampfes relativ kleiner. — Etwas Chlorkalklösung zerstört den Schwefelwasserstoff im Wasser am schnellsten und vollständigsten.

Es ist hier nicht der Ort einzugehen in Betrachtungen über den Ursprung der verschiedenen Wässer, über deren wahrscheinliche Bestandtheile je nach der Gebirgsart oder nach dem Grunde, aus welchem sie hervorquellen und über welche sie hinfließen, oder nach den Behältern (Teichen, Brunnen), in welchen sie sich angesammelt befinden; ebensowenig kann hier eine Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse der natürlich vorkommenden Wässer gegeben werden. Der Zymotechniker verwendet nur Wässer vom möglichsten Grade der Reinheit; eine summarische Bestimmung und Beurtheilung seiner fremden fixen Bestandtheile genügt für alle Zwecke desselben vollkommen; eine in's Detail gehende Prüfung derselben würde ihm keinen erheblichen Vortheil bringen. Derjenige, welcher sie wünscht, findet Anleitung dazu in vielen Schriften, und ebenso Gelegenheit, eine derlei Analyse von einem Sachverständigen vornehmen zu lassen.

In folgende Regeln läßt sich das über die Anwendnng des Wassers in der Zymotechnie Gesagte zusammenfassen:

a) Das reinste Wasser ist hierzu das beste.

b) Es soll vollkommen klar sein, und wenn dieß nicht der Fall ist, durch Abstehen geklärt werden.

c) Fauliges oder stinkendes Wasser ist für mehre Verwendungen in der Zymotechnie ohne vorhergegangene Reinigung unbrauchbar.

d) Sogenanntes hartes Wasser ist nicht absolut schädlich; wenn es in 1000 Gran nur 2 Gran fixe Stoffe (Salze) gelöst enthält, noch vollkommen brauchbar.

P a u p i e, ein erfahrener praktischer Bierbrauer und Schriftsteller in seinem Fache, sagt S. 61, Bd. 3. seines Werkes über die Bierbrauerei in Absicht auf diese: „Das Wasser hat keine wesentliche Wirkung auf die Qualität des Biers. J e d e s k l a r e W a s s e r gibt ein gutes Bier. Es dient bloß als Deckmantel

und Ausrede, indem man die Fehler des Brauers auf Mängel des Wassers schiebt."

Zur Verhinderung des Absatzes festen Kesselsteins aus hartem Wasser auf den Böden der Dampfkessel hat man schon vielfältige Mittel vorgeschlagen, wovon etwas Kohlenpulver das einfachste und wirksamste wäre.

Neuester Zeit hat Fresenius, gestützt auf die Erfahrung, daß nicht die kohlensauren Erdsalze, sondern nur der im Wasser enthaltene Gips die Bildung festen Kesselsteins bedingt angegeben, daß man das Entstehen des letztern dadurch vollkommen hindern könne, wenn man diesen Gips durch Zusatz einer entsprechender Menge von Soda zersetzt, und dadurch den Kalk im kohlensauren Zustande präcipitirt. Das trübe Wasser muß von Zeit zu Zeit aus dem Dampfkessel abgelassen werden.

e) Ein Kochen des Wassers vor dem Gebrauche (z. B. beim Bierbrauen) ist in den meisten Fällen unnütz, unter Umständen sogar schädlich und bedingt nur einen unnützen Brennstoff- und Zeitverlust. Der allenfallsige Zweck des Wasserkochens wird später beim Kochen der wässerigen Würze mit Hopfen auch erreicht; das doppelte Kochen ist daher entbehrlich. In England und Baiern wird das Wasser vor dem Gebrauche zum Bierbrauen nicht gekocht, aber es wird klares Wasser dazu verwendet. Es ist nicht bekannt, daß dieß einen Nachtheil für das Bier bedingte; bis jetzt hat sich auch ein solcher nicht gezeigt.

Bei der Verbrennung Wasserstoff enthaltender Brennstoffe wird Wasserdampf gebildet und entweicht mit den andern Producten der Verbrennung in dem Rauche.

Das kohlensaure Gas.

Die Kohlensäure stellt sich bei der gewöhnlichen Temperatur gasförmig dar; sie läßt sich aber durch Druck und Erkältung auch in die tropfbarflüssige Form (Faraday) und in die starre Form (Thilorier) bringen. Der Zymotechniker hat es bloß mit dem kohlensauren Gase zu thun. Es ist ein Product der Zersetzung des Zuckers bei dem Processe der geistigen Gährung; es bildet sich bei dem Verbrennungsprocesse durch Verbrennung des Kohlenstoffes der Brennstoffe in der atmosphärischen Luft; es ist in geringer Menge in allen Brunnenwässern, in größerer

Menge in vielen Mineralwässern (Säuerlingen) enthalten; in geringer Menge, im Mittel zu 0.001 des Gewichtes, kommt es auch in der atmosphärischen Luft vor. In starrer Form findet sich die Kohlensäure in der Natur in Verbindung mit Kalk im kohlensauren Kalk, in den verschiedenen Arten des Kalksteins, der Kreide u. s. w.

Das kohlensaure Gas bildet sich ferner bei dem Athmungsprocesse der Thiere, bei der trockenen Destillation (Verkohlung), bei der Fäulniß und Verwesung organischer Körper. Es ist das Medium, welches die Pflanzenwelt von der Thierwelt und umgekehrt abhängig macht und beide mit einander verkettet, und wird dadurch Ursache der Erhaltung des Gleichgewichtes im Sauerstoffgasgehalte der atmosphärischen Luft.

Das kohlensaure Gas ist farbelos und durchsichtig; es hat einen säuerlichen, wenig zusammenziehenden Geschmack und einen stechenden Geruch; es ist nicht athembar und nicht brennbar; es unterhält auch die Verbrennung nicht; seine specifische Schwere ist = 1.524, mithin ist diese größer als die der atmosphärischen Luft. Deßhalb häuft es sich in größerer Menge immer in den tiefern Luftschichten und an tief gelegenen Orten, in Höhlen, Brunnen und Kellern an, daher es oft lebensgefährlich ist, solche Orte zu betreten, ohne vorerst vorsichtsweise geprüft zu haben, ob dieß ohne Gefahr möglich sei. Man ermittelt dieß einfach mittelst einer brennenden Kerze, die man an den verdächtigen Ort bringt oder an einer Stange vor sich her trägt. Da, wo eine Kerze fortbreunt, wird auch das Athmen nicht gehindert; wenn sie aber verlischt, ist es Zeit umzukehren und vorerst dafür Sorge zu tragen, daß das kohlensaure Gas aus dem Orte (Brunnen, Keller) weggeschafft und durch atmosphärische Luft von Außen ersetzt werde, ehe man denselben Ort wieder betritt.

Das kohlensaure Gas reagirt sauer, aber die Röthung des feuchten Lackmuspapiers verschwindet beim Trocknen des Papiers an der atmosphärischen Luft durch Verflüchtigung der Kohlensäure wieder; es wird vom Wasser von gegohrnen alkoholhaltigen und zugleich Gummi oder Zucker enthaltenden Flüssigkeiten, in größter Menge von Alkalien (gebrannten Kalk) absorbirt. Das Quell- und Brunnenwasser verdankt bloß seinem Gehalte an absorbirter Kohlensäure den erfrischenden Geschmack. Das Bier schmeckt nur erfrischend, wenn es eine hinreichende Menge

von Kohlensäure (0.001 bis 0.002) enthält; es moussirt dann beim Ausgießen und bildet stehen bleibenden Schaum. Der Wein wird zum Brausewein, wenn man das zu Ende der Gährung sich entwickelnde kohlensaure Gas durch luftdichtes Verschließen der Gefäße gewaltsam in demselben zurückhält, oder erst in den bereits ausgegohrnen Wein nebst etwas Zucker bringt, oder endlich sich durch Zuthaten auf eine der erstern ähnliche Art darin erzeugen läßt.

Beim Erhitzen und Kochen solcher Kohlensäure enthaltender Flüssigkeiten entweicht alles kohlensaure Gas aus denselben, und dieß dient als ein Mittel, den Gehalt derselben an freier Kohlensäure zu bestimmen. Beim Auflösen von Salzen und Zucker darin wird ebenfalls das kohlensaure Gas aus denselben entwickelt, daher man sich des Kochsalzes bedient, um den Gehalt der Biere an diesem zu bestimmen. (Fuchs.)

Der Zymotechniker muß vorzüglich auch darauf achten, daß die in seinen Gährlocalitäten in großer Menge entwickelte Kohlensäure nach Außen abgeleitet werde. Besonders vorsichtig muß er daher sein, wenn er tief liegende Räume (Keller) betritt, in welchen kein oder nur ein sehr geringer Luftwechsel Statt findet und worin sich größere Massen gährender oder auch nur in der Nachgährung begriffener Flüssigkeiten (Wein, Bier) eingelagert befinden.

Die in solchen Fällen zu gebrauchenden Vorsichten wurden bereits angezeigt. Durch einige Centner gebrannten Kalk an einen schicklichen Ort in den Keller gebracht, wird das kohlensaure Gas allmählig absorbirt; atmosphärische Luft von Außen tritt an deren Stelle, und der Keller kann dann ohne Gefahr betreten werden, nachdem man sich von der erfolgten Fortschaffung des kohlensauren Gases durch die Probe mit einer brennenden Kerze überzeugt hat.

Aubergier empfiehlt Aussprengen von Ammoniak in hinreichender Menge zu demselben Zwecke. Es verbindet sich mit der Kohlensäure zu kohlensauren Ammoniak, wirkt sehr schnell und sein Gebrauch kann deßhalb oft nützlich sein.

Die Kohlensäure besteht aus:

				in 100 Gewichtstheilen
1 Atom	Kohlenstoff	=	7.5 . . .	27.27
2 Atomen	Sauerstoff	=	20.0 . . .	72.73
1 Atom	Kohlensäure	=	27.5 . . .	100.00.

Die stöchiometrische Bezeichnung der Kohlensäure ist daher $= CO_2$ oder auch $= \dot{C}$. Im gasförmigen Zustande enthält sie eine gewisse Menge gebundener Wärme.

Das Ammoniak.

In allen gegohrenen alkoholhaltigen Flüssigkeiten, im Wein, im Bier glaubt Döbereiner die Gegenwart von Ammoniak nachgewiesen zu haben. In diesem Falle wäre es ein Product der Gährung, gebildet durch Zersetzung der Hefe oder der stickstoffhaltigen Bestandtheile der gährbaren Flüssigkeiten. In gegohrenen Lösungen reinen gemeinen Zuckers hat Dumas Milchsäure in Verbindung mit Ammoniak gefunden.

Aber die Gegenwart des Ammoniaks in diesen Flüssigkeiten wurde erkannt durch Eindampfen derselben und Behandeln oder Kochen des dickflüssigen Rückstandes mit Aezkalilauge, wobei sich Ammoniak entwickelte. Nun wissen wir aber, daß alle stickstoffhaltige Substanzen, auch Hefe, wenn sie mit ätzenden Alkalien digerirt oder gekocht werden, Ammoniak entbinden, welches sich während dieser Operation erst aus seinen Elementen bildet, indem es als solches vorher in den genannten Substanzen nicht enthalten war, so daß seine Präexistenz in den gegohrenen alkoholhaltigen Flüssigkeiten durch das obige Experiment noch keineswegs erwiesen ist —, indem auch diese noch mehr oder weniger solcher stickstoffhältiger Bestandtheile enthalten, aus denen sich auf obige Art Ammoniak entbinden konnte.

Dem Jungbier nach beendigter Hauptgährung im ätzenden oder kohlensauren Zustande zugesetzt, beschleunigt es die Nachgährung desselben.

Das Ammoniak ist gasförmig, und wird wenn es in Flüssigkeiten im freien Zustande enthalten, schon durch bloßes Kochen derselben aus ihnen ausgetrieben. Der urinöse Geruch, welchen es besitzt und verbreitet, läßt es leicht erkennen. Es ist auch ein Product der Fäulniß und Verkohlung stickstoffhaltiger organischer Substanzen, demnach entsteht es auch bei der Fäulniß der Hefe und ist mit Ursache des sich dabei verbreitenden unangenehmen Geruches. Es wird dabei ebenfalls erst aus seinen in der Hefe enthaltenen Elementen gebildet.

Das Ammoniak besteht aus:

		in 100 Gewichtstheilen
2 Atomen Stickstoff	= 17.50 . . .	82.35
6 Atomen Wasserstoff	= 3.75 . . .	17.65
1 Atom Ammoniak	= 21.25 . . .	100.00.

Seine stöchiometrische Bezeichnung = H_6A_2 oder H_6N_2.

Die Bäcker machen von dem kohlensauren Ammoniak Anwendung zum Auftreiben des Mehlteigs; es ist ein unschädliches Mittel hierzu, weil es beim Backen des Brodes daraus wieder verflüchtigt wird.

Der Zucker.

Der Zucker ist für den Zymotechniker der wichtigste Körper. Er erzeugt ihn aus Stärkmehl; er verwandelt ihn in Alkohol. Er ist gewissermaßen der Centralpunct, auf welchen sich alle seine Operationen und Processe basiren und in welchen sie zusammenfließen; daher ist eine genaue Kenntniß der Eigenschaften und des Verhaltens der verschiedenen, in den Gährungsgewerben verwendeten Zuckerarten für ihn durchaus nothwendig.

Man unterscheidet zweierlei Arten von Zucker, nämlich solchen, welcher der Zersetzung in Alkohol und Kohlensäure durch die geistige Gährung fähig, und Zucker, welcher derselben nicht fähig ist. Der Zymotechniker hat es nur mit dem erstern zu thun, da nur dieser seinen Zwecken dienstbar ist. Er wird abgetheilt in:

a) kristallisirbaren Zucker,
b) krümeligen "
c) Schleimzucker.

Alle diese Arten Zucker kommen darin mit einander überein, daß sie süß schmecken, in Wasser und Weingeist mehr oder weniger löslich sind, und daß sie im Wasser gelöst wohl nicht für sich allein, aber nach Zusatz von Hefe in die geistige Gährung übergehen und dabei eine der zersetzten Zuckermenge proportionale Quantität Alkohol und Kohlensäure liefern.

Alkalien verändern den Geschmack des Zuckers in bitter, und Säuren stellen durch Neutralisation des Alkali den ursprünglichen süßen Geschmack desselben größtentheils wieder her. Salpetersäure verwandelt ihn in Oxalsäure; mit verdünnten Säuren erhitzt, wird er zersetzt und allmählig in Humussäure ver-

wandelt. Bei der Erhitzung schmilzt er, zersetzt sich endlich, gibt dabei einen eigenen, nicht unangenehmen Geruch und verbrennt. Bei der Verkohlung gibt er die gewöhnlichen Producte stickstofffreier Körper und hinterläßt eine glänzende, poröse Kohle.

Ad a) Der gemeine Zucker.

Der gemeine kristallisirbare Zucker ist starr, weiß und wird im Großen gewöhnlich in zweierlei Formen dargestellt, nämlich im regelmäßig kristallisirten Zustande (Kandiszucker) und im gestört kristallisirten Zustande (Hutzucker). Er ist hart; zwei Stücke an einander gerieben, zeigen im Finstern eine eigene Phosphorescenz; seine specifische Schwere = 1.6065. Er ist geruchlos; unter allen Zuckerarten ist er der süßeste; im Wasser ist er leicht löslich; 100 Gewichtstheile Zucker bedürfen bei 14° R. nur 33 (von kochendem noch weniger) Gewichtstheile Wasser zur Lösung. Die Dichte dieser Zuckerlösung steht mit ihrem Zuckergehalte im ziemlich geraden Verhältnisse, so daß man aus der ermitteltelten Dichte derselben ihren Zuckergehalt bestimmen kann, wozu die vorn mitgetheilte Vergleichungs-Tabelle dient. Im absoluten Alkohol ist er fast unlöslich; im Weingeist löst sich der Zucker in um so größerer Menge, je wässeriger derselbe ist; er ist luftbeständig; auch in wässeriger Lösung ist er ziemlich unveränderlich. Bei der Erhitzung schmilzt er zu einer farblosen Flüssigkeit, welche sich bei fortgesetzter und stärkerer Erhitzung bräunt und einen eigenen, nicht unangenehmen Geruch, den Caramel-Geruch verbreitet, daher die Anwendung des gemeinen Zuckers als Räucherungsmittel.

Der gemeine kristallisirte Zucker besteht in 100 Gewichtstheilen aus:

Kohlenstoff	42.105	100.00.
Wasserstoff	6.433	
Sauerstoff	51.462	

Die chemische Formel desselben ist:

$$C_{12}\ H_{22}\ O_{11}.$$

Er enthält also Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse, in welchem beide Wasser bilden.

In Verbindung mit Bleioxyd besteht er aus:

$$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$$

und enthält mithin darin die Elemente von 1 Atom Wasser weniger, welche durch das Bleioxyd ersetzt sind. Man kann da-

her den letztern Zucker als wasserfreien Zucker und den erstern oder kristallisirten als Zuckerhydrat

$$= C_{12}\ H_{20}\ O_{10} + aq$$

betrachten.

1 Atom wasserfreier Zucker = 202.50.
1 „ Zuckerhydrat = 213.75.

Der gemeine Zucker wird nur in seltenen Fällen der Gährung unterworfen. Die Säfte des Zuckerrohrs, des Ahorns, der Runkelrübe, in welchen er enthalten ist und aus welchen er im Großen gewonnen wird, sind fähig, von selbst und ohne Zusatz von Hefe in die geistige Gährung zu übergehen und dabei eine gewisse Quantität neu gebildeter Hefe zu liefern; aber der reine Zucker, im Wasser gelöst, geht von selbst nicht in die geistige Gährung über; es ist dazu ein Zusatz von Hefe nothwendig, wovon ein der zersetzten Zuckermenge proportionaler Antheil aufgezehrt wird und seine gährungserregende Wirkung einbüßt. Bei der Auflösung des Zuckers im Wasser findet bis zu einem Gehalte der Lösung von 50 pCt. Zucker eine Verdichtung Statt; bei höherem Zuckergehalte tritt Ausdehnung der Flüssigkeit ein, was sich durch Vergleichung der berechneten mit den durch Erfahrung gefundenen specifischen Schweren der Zuckerlösungen ergibt, wie die Tabelle III. ausweist.

Ad b) Der krümelige Zucker.

Zu den Arten des krümeligen Zuckers, welche der Zymotechniker bearbeitet, gehören:

der Trauben- und Obstzucker,
der Stärkmehlzucker und
der Honigzucker.

In den Eigenschaften und im Verhalten, so wie in der chemischen Zusammensetzung, kommen diese Zuckerarten mit einander überein; ihr Vorkommen und ihre Darstellungsweisen aber sind verschieden. Von dem reinen Zucker dieser Art macht der Zymotechniker bis jetzt noch wenig Gebrauch, daher wir, was die Darstellungsweise derselben im reinen Zustande, namentlich die des reinen Stärkmehlzuckers betrifft, auf die darauf bezüglichen Schriften verweisen.

Der krümelige Zucker ist im reinen Zustande starr, weiß, geruchlos, hart, und knirscht zwischen den Zähnen; er besitzt einen frischen, im Vergleich mit gemeinem Zucker wenig süßen

Geschmack und hat daher weniger Versüßungs-Fähigkeit; im Wasser von gewöhnlicher Temperatur ist er schwerer (100 : 63), im kochenden Wasser dagegen ist er in allen Verhältnissen löslich. Er löst sich auch im Weingeiste von 95 pCt. Alkoholgehalt, und scheidet sich beim Abdampfen dieser Lösung in Gestalt blumenkohlähnlicher Massen oder in Körnern aus, die keine deutliche Kristallform zeigen. Den Alkohol hält er hartnäckig zurück. Seine specifische Schwere ist = 1.3861 — 1.391. Bei der Erhitzung erweicht er sich, wird teigig, kurz vor dem Siedepuncte des Wassers sirupartig, und eine Stunde lang bei dieser Temperatur erhitzt, verliert er 9.8 pCt. Wasser durch Verdampfung und geht dadurch in wasserfreien Krümelzucker über.

Im Wasser aufgelöst, wird er bei angemessener Verdünnung und Temperatur durch Hefe vollständig in Alkohol und Kohlensäure zersetzt, die Hefe aber dadurch verändert, ihrer gährungserregenden Kraft beraubt.

100 Gewichtstheile Krümelzucker bestehen im wasserfreien Zustande aus:

Kohlenstoff . . .	40.000	100.000.
Wasserstoff . . .	6.667	
Sauerstoff . . .	53.331	

Die chemische Formel desselben ist:

$$C_{12}\ H_{24}\ O_{12}.$$

Er enthält also ebenfalls Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse, in welchem beide Wasser bilden. Im krümeligen (kristallisirten) Zustande enthält er noch 2 Atome Wasser

$$= C_{12}\ H_{24}\ O_{12} + 2\ aq.$$

Sein Atomgewicht ist

im wasserfreien Zustande = 225.00

„ wasserhaltigen „ = 247.50

Durch Salpetersäure wird er in Oxalsäure verwandelt. Von Jodtinctur wird seine Auflösung nicht gefärbt. Der Zuckergehalt der Lösung steht mit der Dichte derselben im Verhältnisse.

Der Trauben- und Obstzucker werden nur in dem Zustande der geistigen Gährung unterworfen, in welchem sie mit andern Bestandtheilen in dem Safte der Weintrauben, des Kern- und Steinobstes und anderer Beerenfrüchte enthalten sind. Die Säfte dieser Früchte besitzen ebenfalls (wie der Saft des Zuckerrohrs 2c.) die Eigenschaft, nach anfänglicher Berührung mit der atmosphärischen Luft von selbst und ohne Zusatz von

Hefe in die geistige Gährung zu übergehen, und dabei nebst dem Alkohol eine gewisse Quantität neuer Hefe zu bilden, welche die Fähigkeit besitzt, eine reine Zuckerlösung wieder in die geistige Gährung zu versetzen.

Eingedickten Traubensaft oder Traubensirup verwendet man zur Aufbesserung schwachen Mostes.

Der Honigzucker wird, so wie er im Honig enthalten ist, in mit Wasser verdünntem Zustande der Gährung unterworfen, dazu mithin ebenfalls nicht im reinen Zustande aus demselben abgeschieden.

Der Stärkmehlzucker aus Stärkmehl mittelst Schwefelsäure bereitet, wird im gereinigten Zustande nur als Zusatz zu saurem oder schwachem Weinmost (Weintraubensaft) angewendet, sonst als Stärkesirup verbraucht, in welchem neben dem Zucker noch mehr oder weniger Stärkmehl-Gummi enthalten ist. Er consumirt oder zersetzt einen Antheil der zur Erregung der Gährung zugesetzten Hefe, und dieß ist eine der Ursachen, wegen welcher aus solchem Sirup im Großen nicht wohl Bier erzeugt werden kann.

Der Stärkmehlzucker aus Stärkmehl mittelst Kleber und Diastas (Gerstenmalz) bereitet, hat im reinen Zustande die Eigenschaften des mittelst Schwefelsäure erzeugten.

Im Großen wird er aber nie rein und isolirt, sondern immer in einer mehr oder minder concentrirten Auflösung, worin nebst Gummi noch andere hefebildende Bestandtheile enthalten sind, wie in den Bierwürzen und Branntweinmeischen, erzeugt und verwendet.

Dieser Zucker kommt in der Natur schon fertig gebildet vor in den Getreidesamen; er wird in größerer Menge gebildet beim Keimen und Malzen derselben; in größter Menge wird er erzeugt bei dem Meischprocesse, und er findet sich daher vorzüglich in den Würzen der Bierbrauer und in den Meischen der Branntweinbrenner. Bei der Betrachtung des Stärkmehls wird davon ausführlicher die Rede sein.

Krümeligen Zucker kann man von gemeinem Zucker nebst den bereits genannten Kennzeichen auch dadurch leicht unterscheiden, daß der letztere, nicht aber der erstere von concentrirter Schwefelsäure verkohlt und geschwärzt wird.

Ad c) Der Schleimzucker.

Diese Art Zucker kommt hier nur insofern in Betracht, als der durch die Einwirkung einer zu hohen Temperatur zersetzte Zucker dazu gezählt wird, welchen man in den Zuckersiedereien Abfallsirup oder Melasse nennt und welchen man als Nebenproduct erhält. Dieser Zucker ist im verdünnten Zustande mit Zusatz von Hefe der geistigen Gährung ebenfalls fähig, und er consumirt dabei Hefe, ohne neue Hefe zu erzeugen.

Die Melasse enthält neben dem Schleimzucker noch andere Bestandtheile (Schleim, Pigment und Salze), dann auch einen Antheil kristallisirbaren Zucker.

Die letzte Melasse, welche in den Rübenzuckerfabriken als Nebenproduct abfällt, und welche schon so verunreinigt ist und einen so unangenehmen, brenzlich-salzigen Geschmack besitzt, daß sie als Versüßungsmittel nicht mehr gebraucht werden kann, enthält noch circa 40 pCt. Zucker, und bietet daher, wenn sie unter diesen Umständen hinreichend wohlfeil zu haben ist, für den Branntweinbrenner ein werthvolles Product für die Verarbeitung, welches einem gleichen Gewichte Getreide in der Ausgiebigkeit, d. h. in der Ausbeute an Branntwein, gleichgeschätzt werden kann. Auf diese, bei Versuchen im Großen gemachten Erfahrungen stützt sich die neuere Bestimmung in Österreich, daß die Melasse bei deren Besteuerung zur Branntweinerzeugung den verarbeiteten mehligen Stoffen gleichzustellen sei.

Die Milchsäure.

Die Milchsäure findet sich in den sauren Molken; sie bildet sich bei der Gährung des Runkelrübensaftes, bei der Gährung des Brotteiges, bei der Gährung reinen Zuckers mit Zusatz von Bierhefe (Dumas). Sie entsteht unter gewissen Umständen bei dem Meischprocesse in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei; die freie Säure, welche sich dann in den Meischwürzen findet, ist nebst Phosphorsäure auch Milchsäure.

Die Milchsäure kann hier nur insofern in Betracht gezogen werden, als sie durch Bildung aus Stärkmehl und Zucker bei den zymotechnischen Processen aufritt. Im isolirten reinen Zustande kommt sie dabei nicht in Beachtung.

Nach **Gobley** läßt sich Milchsäure im Großen aus Milchzucker, Dextrin, Rohrzucker, Stärkmehl und Gummi erzeugen, wobei aber immer abgerahmte Milch als Ferment und eine etwas höhere Temperatur von 25 bis 30°C anzuwenden ist. **(Journal de Pharmacie 1844. Jouillet p. 54—62).** Sie entsteht aber in den Würzen und Meischen nur auf Kosten eines Antheils Zucker, welcher dadurch der Gährung und Alkoholbildung entzogen wird, was darauf hinweiset, ihre Bildung in den Meischen und Würzen zu verhindern. In diesen Beziehungen ist ihre Bildung bei dem Meischproceße in den zymotechnischen Gewerben und ihr Vorhandensein in der Meische von besonderem Interesse und Wichtigkeit. — Sie ist zugleich eine der verbreitesten Substanzen in der Thier- und Pflanzenwelt und scheint hier oft eine wichtige Rolle zu spielen; **Bernard** und **Barreswill** haben ihre Existenz im Magensafte nachgewiesen, auch soll sie sich nach **Gobley** im freien Zustande im Eigelb befinden. Man trifft sie in allen Pflanzensäften, deren geistige Gährung unter dazu geeigneten Umständen vor sich gegangen ist, in den verdorbenen und gegohrenen Mehlarten aller Cerealien, in der abgesetzten Lohbrühe und im Sauerwasser der Weizenstärkmehl-Fabriken. Sie bildet sich in reichlicher Menge, wenn irgend eine Art von Zucker bei einer Temperatur von 20—30°C. mit einem kohlensaurem Alkali oder einer kohlensauren Erde und Ferment und besonders wenn sie mit Käsestoff in Berührung kömmt. Der Milchsäure-Gährung der Zuckerarten des Gummi und des Stärkmehls folgt unmittelbar die Buttersäure-Gährung, weßhalb das Interesse für diese Säure unter dem doppelten Gesichtspuncte der Chemie und Physiologie noch erhöht wird.

Sie ist farb- und geruchlos und im concentrirten Zustande sehr sauer; beim Verdünnen mit Wasser verliert sie diesen sauren Geschmack auffallend. Auch im Weingeist, weniger im Äther, ist sie löslich. Sie bringt in der Siedehitze Milch so wie Eiweiß zum Gerinnen. Phosphorsauren Kalk (der Knochen) löst sie leicht und rasch so wie auch Kleber und einige Proteinkörper auf. Sie ist nicht destillirbar, wohl aber unter theilweiser Zersetzung sublimirbar, wobei sie 2 Atome Wasser verliert und in Brenzmilchsäure übergeht, die sich im Wasser wieder allmälig durch Aufnahme desselben in Milchsäure verwandelt. Durch Kochen mit concentrirter Salpetersäure wird sie in Oxalsäure umgewandelt.

Die Milchsäure, wie sie in den milchsauren Salzen enthalten ist, besteht aus:

$$C_6\ H_{10}\ O_5;$$

im isolirten Zustande enthält sie noch 1 Atom Wasser

$$= C_6\ H_{10}\ O_5 + aq.$$

Die Einwirkung der Wärme auf dieselbe ist sehr merkwürdig. Bei der Destillation bis 130°C bleibt die wasserfreie Säure $C_6\ H_{10}\ O_5$ im Rückstande, welche besonders mit löslichen Basen in Berührung sich so zu sagen momentan in das Hydrat verwandelt, weßhalb sie derjenigen beschränkten Gruppe von Säuren beizuzählen ist, welche durch Erhitzung ihr basisches Wasser verlieren.

Wichtig ist die Übereinstimmung in der Zusammensetzung der Milchsäure mit dem wasserfreien Zucker und Stärkmehl, indem 2 Atome Milchsäure genau die Zusammensetzung von 1 Atom wasserfreien Zucker oder Stärkmehl besitzen.

1 Atom wasserfreier Zucker besteht nämlich aus:

$$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}.$$

1 Atom wasserfreies Stärkmehl besteht aus:

$$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}.$$

Daraus läßt sich erklären, wie die Milchsäure aus Stärkmehl bei dem Meischprocesse, und bei der Gährung des gemeinen Zuckers aus diesem entstehen kann. Es bedarf dazu weder der Ausscheidung eines Stoffes, noch der Aufnahme eines neuen; der Übergang des einen Körpers in den andern ist ein bloß polymerischer; aus dem einen Körper entsteht ein anderer von gleicher procentischer Zusammensetzung; die relative Anzahl der Atome bleibt sich gleich, aber die absolute wird verschieden, und daraus resultirt ein Körper mit veränderten Eigenschaften.

Bei der Betrachtung des Processes der Stärke-Zuckerbildung beim Meischprocesse, so wie bei jenem der Zersetzung des gemeinen Zuckers durch den Gährproceß, werden wir hierauf wieder zurückkommen.

Ihre weiteren Verbindungs- und Zersetzungs-Producte kommen hier nicht in Betracht.

Milchsäure oder milchsaure Salze mit concentr. Schwefels. versetzt und erwärmt entwickeln sehr viel reines Kohlenoxydgas, daher sich diese Methode zur Darstellung desselben empfiehlt.

Die Milchsäure besteht aus:

	C_6	à 7.50	=	45.00 . . .	44.444.
	H_{10}	à 0.625	=	6.25 . . .	6.174.
	O_5	à 10.00	=	50.00 . . .	49.382.
1 Atom Milchsäure			=	101.25 . . .	100.000.
1 Atom Wasser			=	11.25	
1 Atom Milchsäurehydrat			=	112.50.	

Der Alkohol.

Der Alkohol ist derjenige Körper, welchen der Zymotechniker mittelst der von ihm unternommenen Processe aus Zucker erzeugt. So weit dieß für ihn nothwendig ist, soll er daher seine Eigenschaften und sein Verhalten kennen.

Der Alkohol, auch absoluter Alkohol oder wasserfreier Weingeist genannt, um dadurch die vollkommene Entwässerung desselben anzudeuten, ist eine farblose, tropfbare, sehr dünne Flüssigkeit von scharfem, brennendem Geschmack und in der Kälte schwachem, angenehmen, in der Wärme durchdringend geistigem Geruch. Im concentrirten Zustande genossen, wirkt er tödtend; in mit Wasser verdünntem Zustande in größerer Menge genossen, besitzt er die Eigenschaft, zeitweilig zu berauschen, die Sinne zu verwirren und die Muskelkraft zu schwächen im höchsten Grade; er ist unverdaulich, nicht nährend, und wird durch die Lunge wieder ausgeathmet. Zum Wasser besitzt er eine große Verwandtschaft; er entzieht es mehren Salzen und Salzlösungen, so wie organischen Gebilden, wenn diese damit gemischt oder übergossen werden. Darauf beruht seine Anwendung zur Fällung von Salzen aus ihren wässerigen Lösungen, so wie zur Aufbewahrung und Conservirung anatomischer Präparate u. dgl.

Der Alkohol wurde noch bei keinem bekannten Kältegrade zum vollkommenen Gefrieren gebracht; bei dem gewöhnlichen Luftdrucke siedet er bei einer Temperatur zwischen 62 bis 63° (62.7°) R.; er leitet nicht die Elektricität.

Nach Tralles dehnt sich der Alkohol bei der Erwärmung von — 26° bis + 37°R. ziemlich gleichförmig, und zwar für jeden Grad der Thermometer-Scala um 0.000846 seines Volumens aus. Wegen dieser bedeutenden Ausdehnung durch die Wärme und weil er nicht gefriert, wird er als thermometrisches

Mittel vorzüglich für solche niedrige Temperaturen angewendet, bei welchen das Quecksilber schon erstarrt (Weingeist-Thermometer).

Eben deßhalb zeigt der Alkohol bei nicht sehr verschiedenen Temperaturen eine bedeutend verschiedene Dichte, und zwar:

bei 16° R. von 0.7913 (Meißner),
" 14.4 " " 0.7925 (Dumas u. Boullay),
" 14 " " 0.7932 (Meißner),
" 12.44 " " 0.7939 (Tralles Wasser=0.9991)
" 12 " " 0.7951 (Tralles, Wasser=1.0000),
" 12 " " 0.7947 (Gay-Lussac),
" 10 " " 0.7965 nach der österreichischen Branntweinwage.

Sein Lichtbrechungsvermögen = 1.361, seine specifische Wärme = 0.632. Gemische von Alkohol und Wasser haben eine um so größere specifische Wärme, je mehr Wasser sie enthalten; ein Weingeist von 0.817 specifischen Gewichtes (= 92 pCt. Alkoholgehalt) = 0.700; sie steht aber dann nicht in gerader Proportion mit dem Alkohol- und Wassergehalte.

Der Alkohol bildet sein 488.3faches Volumen Dampf bei 80°R. gemessen, dessen Dichte = 1.6133 (Gay-Lussac).

Er besteht aus:

C_4	à 7.500	=	30.00	...... 52.174.
H_{12}	à 0.625	=	7.50	...... 13.043.
O_2	à 10.000	=	20.00	...... 34.783.
$C_4\ H_{12}\ O_2$		=	57.50	...... 100.000.

4 Maß Kohlengas à 0.8438 specifischer Schwere = 3.3752,
12 " Wasserstoffgas à 0.0688 " " = 0.8256,
2 " Sauerstoffgas à 1.1026 " " = 2.2052,
geben 4 Maß Alkoholgas = 6.4060,

woraus 1 Maß Alkoholgas $= \frac{6.4060}{4} = 1.6015$,

welche Zahl der durch Erfahrung gefundenen Dichte des Alkoholdampfes nahe steht.

Der Alkohol ist so zusammengesetzt, daß er die Elemente von
4 Atomen ölbildendem Gase ...... = $C_4\ H_8$ —
und von 2 Atomen Wasser ...... = — $H_4\ O_2$
zusammen 1 Atom Alkohol ...... = $C_4\ H_{12}\ O_2$
oder von 3 Atomen gemeinem

Kohlenwasserstoffgase . . . . $= C_3 \, H_{12}$ —
und 1 Atom kohlensauren Gase . . . . $= C \; — O_2$
zusammen 1 Atom Alkohol . . . . $= C_4 \; H_{12} \, O_2$

enthält, ohne daß man behaupten kann, er sei aus diesen Körpern gebildet.

Über die Zusammensetzung des Alkohols herrschen mehrerlei verschiedene Ansichten. Einige, wie Dumas und Boullay, betrachten den Alkohol für ein Hydrat des Äthers $= C_4 \; H_{10} \; O + aq$ und den Äther selbst für ein Hydrat des ölbildenden Gases $= C_4 \, H_8 + aq$; diese Ansicht hat man die Hydrattheorie genannt. Andere, wie Liebig und Berzelius, nehmen ein hypothetisches organisches Radical $= C_4 \; H_{10}$ an, welches sie Äthyl $= Ae$ nennen, was aber bis jetzt isolirt nicht dargestellt wurde, dessen Oxyd — Äthyloxyd — $= C_4 \; H_{10} \; O$ der Äther, das Hydrat des Äthers oder Äthyloxyds $= C_4 \; H_{10} \; O + aq$ der Alkohol sei, den sie daher Äthyloxydhydrat nennen. Diese Ansicht heißt die Oxydtheorie. Zeise hat eine dritte Ansicht aufgestellt, nach welcher der Alkohol die Verbindung eines ternären Radicals $= (C_4 \; H_{10} \; O_2)$ mit Wasserstoff $+ H_2$ ist. Die Oxydtheorie erklärt alle Zersetzungen und Verbindungen des Alkohols consequenter, und ist daher auch fast allgemein angenommen. Wir können uns hier auf die Entwickelung dieser Ansichten nicht einlassen, weil uns dieß von dem vorgesetzten Ziele: Anleitung zur Darstellung und Gewinnung alkoholhaltiger Flüssigkeiten zu geben, zu weit abführen würde. Deßhalb beschränken wir uns auf die obigen kurzen Andeutungen, um dadurch auf die Behandlung des Alkohols, seiner Verbindungen und Zersetzungen, in neuern chemischen Schriften aufmerksam zu machen.

Leitet man Alkoholdampf durch stark glühende Röhren, so wird er zersetzt, Wasser und brennbare Gase gebildet und etwas Kohlenstoff in Form von Ruß oder Kohle abgeschieden. Alkoholdampf mit Sauerstoffgas gemengt und durch den elektrischen Funken entzündet, explodirt. Der Alkohol ist leicht entzündlich und brennt, entzündet mit der atmosphärischen Luft in Berührung, an der ganzen Oberfläche mit bläulicher, schwach leuchtender Flamme, welche darüber gehaltene kalte Gegenstände schwach berußt. Durch Auflösung von (kohlenstoffreichen) Harzen und ätherischen Ölen (Terpentinharz, Terpentinöl) im Alkohol wird dessen Flamme viel leuchtender. Mittelst der Davy'schen Glüh-

lampe wird der Alkohol in Kohlensäure, Essigsäure, Aldehydsäure und Wasser zersetzt. Das dabei gebildete Säuregemische hielt man früherer Zeit für eine eigene Säure und nannte es Lampensäure, bis neuere Untersuchungen zeigten, daß es nebst Essigsäure eine eigene Säure enthält, die man Aldehydsäure oder nach ihrer Entstehungsart auch Lampensäure nennt.

Platinschwarz, mit Alkohol benetzt, erwärmt sich, verwandelt ihn in dieselben Producte und bei fortdauernder Berührung damit in Essigsäure, welche abdünstet.

Bei niedriger und gewöhnlicher Temperatur erleidet der Alkohol an der Luft keine Veränderung, er verdünstet allmählig; besonders aus feuchter Luft zieht er Wasser an und verdünnt sich; er absorbirt eine an Sauerstoff reichere Luft in größerer Menge als Wasser und entläßt sie beim Vermischen mit Wasser in kleinen Bläschen (Perlbranntwein). Mit dem Wasser läßt sich der Alkohol in allen Verhältnissen vermischen. Dabei findet eine Verdichtung und in Folge dieser Erwärmung des Gemisches Statt. Schnee und zerstoßenes Eis bringt er schnell zum Schmelzen, wobei eine Erkältung um 29° R. entstehen kann. Die Verdichtung bei der Vermischung des Alkohols mit Wasser nimmt fortwährend zu, bis das Gemische aus gleichen Raumtheilen Alkohol und Wasser besteht, worauf sie wieder abnimmt. 100 Raumtheile dieses Gemisches enthalten bei 14° R. Temp. 51.879 Raumtheile Alkohol und 51.879 Raumtheile Wasser, die sich von 103.758 Maß auf 100 Maß zusammengezogen, mithin um 3.758 Maß verdichtet haben; die Dichte dieser Flüssigkeit bei 14° R. Temperatur ist = 0.9303 (Meißner). Auf 1 Atom = 57.8293 Gewichtstheile Alkohol sind in diesem Gemische 72.906 Gewichtstheile Wasser enthalten. Man hat die größte Zusammenziehung, welche bei der Vermischung von Alkohol und Wasser erfolgt, mit einer constanten chemischen Verbindung von 1 Atom Alkohol mit 6 Atomen Wasser in Beziehung bringen wollen. Nach Rudberg erfolgt die größte Verdichtung bei der Vermischung von 53.939 Maß Alkohol mit 49.836 Maß Wasser die Dichte dieses Gemisches bei 12° R. ist = 0.927. Dieß würde allerdings für die obige Annahme zeugen; allein die Meißner'schen Zahlen entsprechen einem solchen Verhältnisse nicht; die Wassermenge würde 6.4 Atome betragen.

Prof. Meißner hat diese Zusammenziehung für verschieschiedene procentische Gemische von Alkohol und Wasser durch

Versuche bestimmt. In der Tabelle IV. sind die dießfälligen Resultate enthalten.

Wird daher Alkohol mit Wasser vermischt, so vergrößert sich die Dichte der Mischung aus zwei Ursachen: einmal, weil die Dichte des Wassers größer ist als die des Alkohols, und zweitens, weil sich das Gemische zusammenzieht, verdichtet; es ist deßhalb nicht das arithmetische Mittel aus den Dichten und Massen der gemischten Flüssigkeiten. Zugleich wird durch den Wasserzusatz der Grad seiner Ausdehnung durch Erwärmung und seine Flüchtigkeit vermindert.

Ein geringer Wassergehalt von bis 6 pCt. erhöht den Siedepunct des Alkohols nicht, daher die Unmöglichkeit, ihn durch bloße Destillation ohne Anwendung von Entwässerungsmitteln wasserfrei darzustellen; im Gegentheil ist der Siedepunct des Gemisches noch etwas niedriger. Enthält aber der Alkohol mehr als 10 pCt. Wasser und unterwirft man ihn der Destillation, so ist das Destillat immer alkoholreicher als der Rückstand. Einen wasserhaltigen Alkohol kann man also durch bloße Rectification nur bis zu einem gewissen Grade concentriren oder entwässern. Die Temperatur, bei welcher die Flüssigkeit in der Retorte kocht, steigt dabei fortwährend, und hat man in den Dampfraum in die (tubulirte) Retorte ein Thermometer gesenkt, so läßt sich durch Beobachtung desselben beiläufig bestimmen, in welchem Grade der Alkoholgehalt in der zurückbleibenden Flüssigkeit abnimmt und sich in dem Destillate anhäuft. Hierüber hat Gröning Versuche gemacht und die erhaltenen Resultate in einer Tabelle zusammengestellt, die hier unter V. mitgetheilt wird, um davon vorkommenden Falls Gebrauch machen zu können. Die angegebenen Siedepuncte weichen jedoch von anderen Bestimmungen dieser Art bedeutend ab.

Der Alkohol wird im Großen nicht wasserfrei erzeugt, sondern immer in einem mit Wasser vermischten Zustande von verschiedenem Alkoholgehalte, in welchem man ihn, wenn er noch zum Genuße tauglich ist und dazu verwendet wird, Branntwein, wenn er von höherem Alkoholgehalte ist, Branntweingeist oder Weingeist nennt. Gewöhnlich unterscheidet man:

1) Branntwein von 0.972 bis 0.912 specifischer Schwere oder Dichte, dessen Alkoholgehalt dem Raummaße nach 23 bis 60 pCt., dem absoluten Gewichte nach 19 bis 52 pCt. beträgt. Die schwächeren Sorten davon nennt man gemeinen oder gewöhnlichen

Schankbranntwein, die stärkern Sorten Perlbranntwein, weil er die Eigenschaft hat, beim Ausgießen, besonders aber beim Vermischen mit Wasser zu perlen, d. h. kleine Luftbläschen zu entwickeln.

2) Gewöhnlichen oder rectificirten Weingeist von 0.900 bis 0.875 Dichte, oder von einem Alkoholgehalte von 65 bis 75 pCt. dem Volumen und von 57 bis 58 pCt. dem Gewichte nach.

3) Hochgrädigen oder höchst-rectificirten Weingeist über 0.875 bis 0.825 Dichte, oder von einem Alkoholgehalte über 75 bis 92 pCt. dem Volumen und über 68 bis 89 pCt. dem Gewichte nach.

4) Absoluten Alkohol oder wasserfreien Weingeist, den wir bereits kennen gelernt haben.

Wenn man starken Weingeist auf wasserfreien Kupfervitriol gießt, mit diesem anhaltend schüttelt, und diese Behandlung mit frischen Portionen Kupfervitriol so lange fortsetzt, als sich derselbe dabei noch blau färbt, dann aber die abgegossene Flüssigkeit destillirt, so erhält man nach **Casoria** absoluten Alkohol. Alkohol, der mit wasserfreiem Kupfervitriol geschüttelt diesen noch blau färbt, ist nicht wasserfrei.

Das gewöhnliche Verfahren, den Alkohol wasserfrei darzustellen, besteht darin, ihn wiederholt über frisch ausgeglühtes Calciumchlorid zu rectificiren, bis er die ihm zukommende specifische Schwere erlangt hat.

Der Werth des Branntweins und Weingeistes wird vorzüglich durch seinen Alkoholgehalt bedingt, und dieser steht mit der Dichte derselben im Verhältnisse. Im Allgemeinen müssen alle Gemische von Alkohol und Wasser Dichten besitzen, welche zwischen denen des Alkohols und Wassers liegen; sie sind um so kleiner, je mehr Alkohol, und um so größer, je mehr Wasser das Gemische enthält. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, aus der ermittelten Dichte eines solchen Gemisches seinen Alkoholgehalt bestimmen zu können. Dazu gehören vergleichende Versuche mit Mischungen von Alkohol und Wasser in bestimmten Gewichts- und Maßverhältnissen, denen sich mehre Gelehrte, wie Lowitz, Gouvenain, Delezenne, Gilpin, Richter, Meißner, Gay-Lussac, unterzogen haben.

Von diesen Arbeiten und deren Resultaten sollen hier vorzugsweise jene von Gilpin, Gay-Lussac und Meißner

benützt werden, welche, mit großer Umsicht und Genauigkeit ausgeführt, das vollkommenste Vertrauen verdienen, was hiermit jedoch auch den analogen Arbeiten der andern genannten Gelehrten nicht abgesprochen wird. Meißner hat diese Bestimmungen für die mittlere Temperatur von 14° R. — dabei die Dichte des Wassers = 1.000 gesetzt — gemacht, eine mittlere Temperatur, welche für derlei Bestimmungen häufig angenommen ist.

Gilpin hat die Temperatur von 60° F. = 15,5° C. = 12.4° R., Gay-Lussac jene von 15° C. = 12° R. dabei zu Grunde gelegt. Nach den Versuchen von Gilpin hat Tralles die Dichten von Gemischen aus Alkohol und Wasser von 1 bis 100 Procent Gehalt dem Inhaltsmaße nach berechnet, und die darnach construirten Alkoholmeter sind in den Zollvereinsstaaten in gesetzlicher Anwendung.

Da es nützlich ist, die Einführung gleichen Maßes und Gewichtes zu befördern, so werden wir auf diese letzteren Bestimmungen ebenfalls Rücksicht nehmen.

In vielen Fällen ist es nützlich und nothwendig zu wissen, wie groß die Dichten geistiger Flüssigkeiten sind, welche Alkohol in ganzen Procenten von 1 bis 100 sowohl vom absoluten Gewichte als vom Inhaltsmaße der geistigen Flüssigkeit enthalten.

Die Vergleichungstabelle VII. enthält die hierüber von Meißner nach Versuchen bei 14° R. Temperatur gemachten Bestimmungen.

Die Zahlen dieser Tabelle zeigen

in der 1. Spalte: den Alkoholgehalt der geistigen Flüssigkeit in ganzen Procenten von 1 bis 100;

in der 2. Spalte: die diesem Alkoholgehalte entsprechende Dichte derselben für Inhaltsmaßprocente;

in der 3. Spalte: die diesem Alkoholgehalte zukommende Dichte für Gewichtsprocente.

Die Zahlen in der 2. Spalte wurden von mir nach dem Versuchen Meißner's mit Rücksicht auf die bei der Vermischung von Alkohol und Wasser erfolgende Verdichtung berechnet.

Ist die Dichte einer geistigen Flüssigkeit bekannt, so kann man daraus mit Hilfe dieser Tabelle auch ihren Alkoholgehalt finden, und in Gewichts- oder Inhaltsmaß-Procenten ausdrücken.

Der Alkohol aus verschiedenen alkoholhaltigen Flüssigkeiten — wie Rum, Wein, Korn- oder Kartoffelbranntwein — ge-

wonnen, zeigt im wasserfreien Zustande und bei derselben Temperatur nicht immer genau dieselbe Dichte, obwohl die beobachteten Differenzen nicht von großer Bedeutung sind.

Die Ursache davon ist ein Gehalt des Alkohols an fremdartigen Substanzen, die nach seinem Ursprunge verschieden sind, wozu Fuselöl, Äther u. dgl. gehören. Am reinsten wird derselbe nach Göbel, wenn man ihn mit Zusatz von kaustischem Kali rectificirt.

Bei der Verbrennung entwickelt der Alkohol eine beträchtliche Menge Wärme, ebensoviel Wärme als das Holz, welches zu seiner Gewinnung verwendet wurde, aber er kostet 15- bis 20mal mehr als dieses.

Da Wasser und Weingeist bei gleichem Gewichte ein verschiedenes Volumen besitzen und deßhalb auch ein verschiedenes Volumen atmosphärischer Luft aus ihrer Stelle verdrängen, daher beim Abwägen um so viel leichter erscheinen, so nimmt dieß einen Einfluß auf die Bestimmung ihrer Quantitäten durch das Gewicht. Man müßte daher, um diese Gewichte genau zu erhalten, sie mit Rücksicht auf Temperatur, Barometer- und Hygrometerstand auf den luftleeren Raum zurückführen und deßhalb eine Correction derselben anbringen. Allein eine vergleichende Rechnung zeigt, daß der dadurch begangene Fehler nicht so erheblich ist und deßhalb für die praktischen Zwecke der Qualitäts-Beurtheilung von Gemischen aus beiden übergangen werden kann. Bei der Bestimmung der Dichten dieser Flüssigkeiten und von Gemischen aus beiden bleibt sich diese Fehlerquelle bis auf die etwaige Rücksicht auf das Volumen der gebrauchten Gewichte gleich, weil immer ein gleiches Volumen der Flüssigkeiten abgewogen wird; bei der Bestimmung der absoluten Gewichte derselben aber ist sie ungleich und deßhalb vorzüglich hier von Einfluß, jedoch erst in der fünften Decimalstelle merklich.

Wollte man auf alle diese Umstände Rücksicht nehmen, so müßte man sich in Correctionen ohne Ende einlassen, und die so gemachten Bestimmungen würden erst dem praktischen Zwecke nicht genügen, weil man dabei alle Wägungen in der Luft vornimmt und daher den Einfluß derselben hierauf jedesmal corrigiren müßte.

Dasselbe gilt von einer Reduction der absoluten Gewichte und Dichten auf die Temperatur = 0 oder auf die Temperatur

von 3.28° R., bei welcher das Wasser seine größte Dichte zeigt. Ebenso gilt dieß von der Wägung dieser Flüssigkeiten im lufthaltigen Zustande, indem es mit der größten Schwierigkeit verknüpft ist, die wenige von diesen Flüssigkeiten absorbirte Luft vor ihrer Wägung daraus zu entfernen.

Hier kann daher auf diese Difficultäten um so weniger Rücksicht genommen werden, als sich die folgenden Bestimmungen auf Versuche gründen, bei welchem diese Correcturen ebenfalls nicht angebracht wurden, und deßhalb Resultate geliefert haben, die, in ihrer Art vollkommen genau, mit den auf gleiche Art gemachten Bestimmungen bei Prüfung geistiger Flüssigkeiten eine richtige Vergleichung zulassen. Es ist dazu nur nothwendig alle Wägungen derselben bei der dafür angenommenen Normal-Temperatnr sowohl der Flüssigkeit als der Luft von 14°, 12,4 oder 12° R. Temperatur vorzunehmen.

Ebenso nimmt hierauf Einfluß das Gefäß, in welchem die Messung und Wägung vorgenommen wird, indem es je nach dem Materiale, aus welchem es angefertigt ist, bei verschiedenen Temperaturen eine ebenso verschiedene Ausdehnung erleidet, daher ein verschiedenes Volumen besitzt. In den meisten Fällen werden dazu Gefäße von gewöhnlichem weißen Glas angewendet, und wenn alle Wägungen darin und damit bei einer und derselben Temperatur von 14° R etc. geschehen, so wird dadurch diese Fehlerquelle beseitigt.

Das Verhalten des Alkohols zu andern Körpern ist verschieden, je nach seinem Wassergehalte, welcher die eigenthümlichen Wirkungen desselben modificirt.

Der Alkohol reagirt weder sauer noch alkalisch; er ist ein Auflösungsmittel für viele Substanzen; einige derselben sind im wasserhaltigen, andere im concentrirten oder wasserfreien Alkohol leichter löslich. Er löst einfache Stoffe, Säuren, Alkalien, viele Haloide und Salze auf. Einige Stoffe ertheilen ihm die Eigenschaft, mit besonders gefärbter Flamme zu brennen. Von den Salzen nimmt er vorzüglich diejenigen auf, die im Wasser leicht löslich sind und an der atmosphärischen Luft zerfließen. Er ist ein Auflösungsmittel für viele Pflanzensäuren, Pflanzenbasen (Alkaloide), ätherische und fette Öle, Fettarten, Seifen, Wachs, Kampher, Harze, Ätherarten, Zucker, Pigmente, Pflanzenleim u. a. m.

Der Alkohol löst in der Siedehitze etwas Schwefel und

Phosphor auf. Erstere Lösung verhält sich gegen Metallsalze wie flüssige Schwefelwasserstoffsäure, wird durch Zusatz von Wasser getrübt und läßt bei der Abkühlung den Schwefel kristallinisch fallen. Letztere leuchtet im Dunkeln, besonders wenn sie erwärmt wird, und noch bevor der Alkohol kocht, bildet sich eine mehre Zoll hohe, schwach leuchtende, aber nicht wärmende Flamme.

Die Auflösung des Jod im Weingeist nennt man Jodtinctur; sie hat eine braune Farbe und wird angewendet als Reagens auf Stärkmehl, indem sie die Eigenschaft besitzt, dieses, wenn es in irgend einer Flüssigkeit enthalten ist, blau zu färben und dadurch dessen Gegenwart anzuzeigen. Deßhalb macht der Zymotechniker, welcher Stärkmehl und dieses enthaltende Substanzen verarbeitet, um es in Gummi und Zucker zu verwandeln, von dem genannten Reagens häufig Anwendung, um zu erkennen, ob die Umwandlung desselben in Gummi und Zucker schon erfolgt ist. Es darf nämlich Jodtinctur in der Flüssigkeit nach Vollendung dieses Processes keine Färbung mehr hervorbringen.

Der Alkohol absorbirt mehre Gasarten, wie: atmosphärische Luft, kohlensaures Gas, schwefligsaures Gas, Chlorgas, salzsaures Gas rc., und erleidet durch einige derselben eigenthümliche Entmischungen. Säuren wirken verschieden auf denselben ein und verwandeln ihn, indem sie ihn zersetzen oder sich mit ihm im unzersetzten oder zersetzten Zustande verbinden, in eigene Substanzen, welche man unter dem gemeinsamen Namen Äther begreift. Durch theilweise Oxydation und dadurch erfolgende Dehydrogenisation wird er in Aldehyd, Aldehydsäure und in Essigsäure verwandelt.

Der meiste Alkohol wird in roher Form als Fuselbranntwein, dann mehr oder weniger veredelt, wie: Franzbranntwein, Arrak, Rum, Gewürzbranntwein, Rosoglio und Liqueur, als belebendes und in größerer Menge genossen als berauschendes Getränke (sogenanntes Stärkungsmittel) consumirt.

Der Alkohol wird ferner in Form von Weingeist zur Bereitung von Parfüms wohlriechender Wässer, von Tincturen, Essenzen und Alkoholaturen in den Apotheken, zur Darstellung verschiedener Ätherarten, von wasserfreiem Alkohol u. s. w. verwendet. Er dient zur Auflösung von Harzen bei der Bereitung der Weingeistfirnisse und Tischlerpolitur, zur Erzeugung

von Seifengeist, zu vielen Lösungen und Präcipitationen in der Chemie und Pharmacie, dann zur Erzeugung von Essig (Branntweinessig). Man wendet ihn an als Brennmateriale zu häuslichen (Thee- und Kaffeekochen) chemischen und pharmaceutischen Zwecken; man hat ihn zum Sengen von Zitz und Mousselin versucht und gebraucht ihn mit Terpentinöl gesättigt als Leuchtmaterial. (Terpentinspiritus). Wenn dabei zugleich eine sparsame Verbrennung desselben zu erzielen wäre, dann würde von dem Weingeiste wohl eine wichtige Anwendung zur Beleuchtung zu erwarten sein.

Die Essigsäure.

Die Essigsäure ist das Product der Umsetzung des Alkohols, bedingt durch den Sauerstoff der damit in Berührung befindlichen atmosphärischen Luft. Sie kömmt hier insofern in Betracht, als dieselbe stets als Product bei dem Processe der geistigen Gährung auftritt, und als bei diesen Processen meistens alle Bedingungen zu ihrer Bildung, wie geeignete Temperatur, von 20—30° R. derselben, Verdünnung der Flüssigkeit, Berührung mit der atm. Luft gegeben sind. Sie wird deßhalb in allen gegohrenen alkoholhaltigen Flüssigkeiten, jedoch je nach den einwirkenden vorhanden gewesenen Umständen in geringerer oder größerer Menge angetroffen, und dient im letzteren Falle gewissermassen zugleich als saures Ferment, wodurch die Umwandlung des vorhandenen Alkohols in Essigsäure fortgesetzt und beschleunigt wird. War die alkoholhaltige Flüssigkeit ein Getränke, z. B. Wein, Bier, so sind solche nicht haltbar, und gehen bald ihrem Verderben entgegen, in Essig über. Indem man eine der Bedingungen entfernt, welche zur Essigbildung nothwendig sind, oder wenigstens ihren Einfluß ermäßigt, so wird auch die Essigbildung ganz aufgehoben, unterdrückt oder verzögert. Diese sind z. B. 1. bei Zutritt der atm. Luft, Erniedrigung der Temperatur der gährenden Flüssigkeit sowohl als der Gähr.-Localitäten, wodurch zugleich die Gährung verlangsamt und das Steigen der Temperatur der gährenden Flüssigkeit dabei so wie die Verdunstung derselben gehindert wird, (Untergährung Aufbewahrung in kühlen Kellern); 2. bei

höherer Temperatur, Ausschluß der atm. Luft von der unmittelbaren Berührung mit der gährenden Flüssigkeit (Gährung im Verschlossenen beim Wein, Aufbewahrung der gegohrenen Flüssigkeiten in verspundeten Fässern oder in verkorkten Flaschen); 3. bei geringem Alkoholgehalte der gegohrenen Flüssigkeiten möglichste Erhöhung desselben durch Erzeugung solcher von größerem Alkoholgehalte. (Erzeugung von Bieren aus Würzen nicht unter 11—12 pCt. Extractgehalt und einem Vergährungsgrade von wenigstens 0.66; Aufbesserung schwachen Weinmostes mit reinem Stärkezucker); schnelle Consumtion solcher geistiger Getränke. Nebst diesem gibt es bei dem Bier noch Mittel, welche die Essigbildung zu verzögern im Stande sind, wie die antiseptisch wirkenden Harze und ätherischen Öle (Hopfenharz und Hopfenöl.)

Die Neutralisirung der gebildeten vorhandenen Essigsäure mit Basen bringt nicht nur ein essigsaures Salz in die Flüssigkeit, sondern hemmt auch erfahrungsmäßig den Fortschritt der Essigbildung, wenn dieser einmal begonnen hat, nicht.

Die Essigsäure ist flüchtig, und läßt sich aus allen gegohrenen alkoholhaltigen Flüssigkeiten durch Destillation mit dem Alkohol abscheiden, weßhalb die Destillate von allen Weinen, Biergattungen von den Branntweinmeischen (z. B. der Lutter) ꝛc. mehr oder weniger sauer reagiren, und zur Erhaltung einer reinen wässerig alkoholigen Flüssigkeit mit Zusatz von Kreidenpulver (oder Basen überhaupt) wodurch die Essigsäure fixirt wird, rectificirt werden müssen. Die Essigsäure sowohl als Flüssigkeiten welche dieselbe enthalten besitzen einen sauren Geschmack und Geruch, welcher letztere besonders in solchen Localitäten stark hervortritt, wo sich geistige Flüssigkeiten in der Essiggährung befinden, wie in Essigstuben, und in vernachlässigten Gährstuben der Branntweinbrenner, worin der in der Luft befindliche Alkoholdunst im Übergange in Essigsäure begriffen ist.

Von der reinen Essigsäure, von ihrer Darstellung und ihren Eigenschaften wird bei Betrachtung der Essigfabrikation die Rede sein.

Die Bildung der Essigsäure aus Alkohol wird auf nachstehende Weise erklärt:

Der Alkohol oder das Äthyloxydhydrat nimmt dabei vor-

erst 2 Atome Oxygen auf und diese verbinden sich mit 4 Atomen Hydrogen desselben zu Wasser:

Äthyloxydhydrat	$C_4\ H_{10}\ O + aq,$	
davon ab	H_4	
bleibt Aldehyd	$C_4\ H_6\ O + aq,$	
Tritt dazu noch	O	
so entsteht Aldehydsäure .	$C_4\ H_6\ O_2 + aq,$	
und wenn diese noch aufnimmt	O	
entsteht Essigsäure . . .	$C_4\ H_6\ O_3 + aq.$	

Die Bildung der Essigsäure wird auch noch auf andere Weise erklärt. Von dem Äthyl = Ae = $C_4\ H_{10}$ als organisches Radical war bereits die Rede. Nimmt man davon H_4 hinweg, so entsteht ein neues organisches Radical = $C_4\ H_6$ welches man Acetyl nennt. Das Aldehyd ist das Hydrat der ersten Oxydationsstoffe des Acetyls. An der Luft absorbirt es schnell O und verwandelt sich in Essigsäurehydrat. Die wässerige Lösung des Aldehyds mit Silberoxyd behandelt, gibt die acetylige Säure. Hiernach erhalten diese Verbindungen auch andere Benennungen, wie folgendes Schema zeigt:

Acetyl . . .	= $C_4\ H_6$	hypoth. Radical.
Acetyloxyd . .	= $C_4\ H_6\ O$	unbekannt.
Acetyloxydhydrat	= $C_4\ H_6\ O + aq$	Aldehyd.
Acetylige Säure	= $C_4\ H_6\ O_2 + aq$	Aldehydsäure.
Acetylsäure . .	= $C_4\ H_6\ O_3 + aq$	Essigsäure.

Die Essigsäure besteht demnach aus:

C_4 = ...	30.00	47.058
H_6 = ...	3.75	5.884
O_3 = ...	30.00.	47.058
1 Atom wasserfreie Essigsäure =	63.75	100.000
1 Atom Wasser =	11.25	
1 Atom Essigsäurehydrat =	75.00.	

Da durch die Bildung der Essigsäure die Alkohol-Ausbeute vermindert und die Haltbarkeit der geistigen Getränke beeinträchtigt wird, so muß der Zymotechniker hierauf besonders Bedacht nehmen und die Erzeugung derselben wo möglich zu verhindern suchen, daher alle Umstände beseitigen, welche der Bildung der Essigsäure günstig sind.

erst 2 Atome Sauerstoff auf und diese verbinden sich mit 4 Atomen Hydrogen desselben zu Wasser:

Aethyloxydhydrat	$C_4 H_{10} O + aq$.
nimmt man davon ab	H_4
so bleibt Aldehyd	$C_4 H_6 O + aq$.
Tritt dazu noch	O
so entsteht Aldehydsäure . .	$C_4 H_6 O_2 + aq$.
und wenn diese noch aufnimmt	O
entsteht Essigsäure	$C_4 H_6 O_3 + aq$.

Die Bildung der Essigsäure wird auch noch auf andere Weise erklärt. Von dem Aethyl = $Ae = C_4 H_{10}$ als organisches Radical war bereits die Rede. Nimmt man davon H_4 hinweg, so entsteht ein neues organisches Radical = $C_4 H_6$ welches man Acetyl nennt. Das Aldehyd ist das Hydrat des ersten Oxydationsstoffes des Acetyls. An der Luft absorbirt es schnell O und verwandelt sich in Essigsäurehydrat. Die wässerige Lösung des Aldehydes mit Silberoxyd behandelt, gibt die acetylige Säure. Demnach erhalten diese Verbindungen auch andere Benennungen, wie folgendes Schema zeigt:

Acetyl . . . . = $C_4 H_6$ hypoth. Radical.

Acetyloxyd . . . = $C_4 H_6 O$ unbekannt.

Acetyloxydhydrat = $C_4 H_6 O + aq$ Aldehyd.

Acetylige Säure = $C_4 H_6 O_2 + aq$ Aldehydsäure.

Acetylsäure . . . = $C_4 H_6 O_3 + aq$ Essigsäure.

Die Essigsäure besteht demnach aus:

C_4 = ...	30.00	47.058
H_6 = ...	3.75	5.884
O_3 = ...	30.00	47.058
1 Atom wasserfreie Essigsäure =	63.75	100.000
1 Atom Wasser . . . . =	11.25	
1 Atom Essigsäurehydrat . . =	75.00.	

Da durch die Bildung der Essigsäure die Alkohol-Ausbeute vermindert und die Haltbarkeit der geistigen Getränke beeinträchtigt wird, so muß der Branntweinbrenner hierauf besonders Bedacht nehmen und die Erzeugung derselben wo möglich zu verhindern suchen, daher alle Umstände beseitigen, welche der Bildung der Essigsäure günstig sind.

Tabelle I.

zur Construction der Gradleitern für Sacharometer durch Verzeichnung.

Sacharometer-Procente	Diesen zukommende Dichten	l.	L — l. Trommeltheile der Theilmaschine.
0	1.0000	100000	0
1	1.0040	99601	399
2	1.0080	99206	794
3	1.0120	98814	1186
4	1.0160	98425	1575
5	1.0200	98039	1961
6	1.0240	97656	2344
7	1.0281	97266	2734
8	1.0322	96880	3120
9	1.0363	96497	3503
10	1.0404	96116	3884
11	1.0446	95729	4271
12	1.0488	95347	4653
13	1.0530	94966	5034
14	1.0572	94589	5411
15	1.0614	94215	5785
16	1.0657	93835	6165
17	1.0700	93457	6543
18	1.0744	93075	6925
19	1.0788	92695	7305
20	1.0832	92319	7681
21	1.0877	91937	8063
22	1.0922	91558	8442
23	1.0967	91182	8818
24	1.1013	90801	9199
25	1.1059	90424	9576
26	1.1106	90041	9959
27	1.1153	89661	10339
28	1.1200	89285	10715
29	1.1247	88912	11088
30	1.1295	88534	11466

Tabelle II.

zur Vergleichung der specifischen Schweren der Lösungen von Zucker in reinem Wasser mit ihrem Zuckergehalte bei 14° R. Temperatur.

Zucker in 100 Gewichtstheil.	Specifische Schweren	Zucker in 100 Gewichtstheilen	Specifische Schweren
	der Lösungen		
0	1.0000	—	—
1	1.0040	41	1.1846
2	1.0080	42	1.1898
3	1.0120	43	1.1951
4	1.0160	44	1.2004
5	1.0200	45	1.2057
6	1.0240	46	1.2111
7	1.0281	47	1.2165
8	1.0322	48	1.2219
9	1.0363	49	1.2274
10	1.0404	50	1.2329
11	1.0446	51	1.2385
12	1.0488	52	1.2441
13	1.0530	53	1.2497
14	1.0572	54	1.2553
15	1.0614	55	1.2610
16	1 0657	56	1.2667
17	1.0700	57	1.2725
18	1.0744	58	1.2783
19	1.0788	59	1.2841
20	1.0832	60	1.2900
21	1.0877	61	1.2059
22	1.0922	62	1.3019
23	1.0967	63	1.3079
24	1.1013	64	1.3139
25	1.1059	65	1.3190
26	1.1106	66	1.3260
27	1.1153	67	1.3321
28	1.1200	68	1.3383
29	1.1247	69	1.3445
30	1.1295	70	1.3507
31	1.1343	71	1.3570
32	1.1391	72	1.3633
33	1.1440	73	1.3696
34	1.1490	74	1.3760
35	1.1540	75	1.3824
36	1.1490	75.35	1.3847
37	1.1641		
38	1.1692		
39	1.1743		
40	1.1794		

Zu Tabelle II.

zur Vergleichung der specifischen Schweren der Zuckerlösungen von verschiedenem Zuckergehalte nach Erfahrung und Berechnung.

Zuckergehalt in 100 Gewichtstheilen der Lösung	Specifische Schwere der Lösung nach			
	Riemann bei 14° R.	Steinheil bei 12° R. nach Pohl	Balling bei 14° R.	der Rechnung bei 14° R.
0	1.0000	1.00000	1.0000	1.0000
1	0035	00388	0040	00378
5	0179	01975	0200	0192
10	0367	04044	0404	0392
15	0600	06182	0614	0600
20	0830	1.08355	0832	0816
25	1056		1059	1042
30	1293		1295	1277
35	1533		1540	1522
40	1781		1794	1778
45	2043		2057	2046
50	2322		2329	2326
55	2602		2610	2620
60	2882		2900	2928
65	3160		3199	3251
70	3430		3507	3591
75	1.3690		1.3824	1.3949
80				
85				
90				
95				
100				1.6065

Tabelle II.

zur Vergleichung der specifischen Schweren der Lösungen von Zucker in reinem Wasser mit ihrem Zuckergehalte bei 14⁰ R. Temperatur.

Zucker in 100 Gewichtstheil.	Specifische Schweren	Zucker in 100 Gewichtstheilen	Specifische Schweren
	der Lösungen		
0	1.0000	—	—
1	1.0040	41	1.1846
2	1.0080	42	1.1898
3	1.0120	43	1.1951
4	1.0160	44	1.2004
5	1.0200	45	1.2057
6	1.0240	46	1.2111
7	1.0281	47	1.2165
8	1.0322	48	1.2219
9	1.0363	49	1.2274
10	1.0404	50	1.2329
11	1.0446	51	1.2385
12	1.0488	52	1.2441
13	1.0530	53	1.2497
14	1.0572	54	1.2553
15	1.0614	55	1.2610
16	1 0657	56	1.2667
17	1.0700	57	1.2725
18	1.0744	58	1.2783
19	1.0788	59	1.2841
20	1.0832	60	1.2900
21	1.0877	61	1.2059
22	1.0922	62	1.3019
23	1.0967	63	1.3079
24	1.1013	64	1.3139
25	1.1059	65	1.3190
26	1.1106	66	1.3260
27	1.1153	67	1.3321
28	1.1200	68	1.3383
29	1.1247	69	1.3445
30	1.1295	70	1.3507
31	1.1343	71	1.3570
32	1.1391	72	1.3633
33	1.1440	73	1.3696
34	1.1490	74	1.3760
35	1.1540	75	1.3824
36	1.1490	75.35	1.3847
37	1.1641		
38	1.1692		
39	1.1743		
40	1.1794		

Zu Tabelle II.

zur Vergleichung der specifischen Schweren der Zuckerlösungen von verschiedenem Zuckergehalte nach Erfahrung und Berechnung.

Zuckergehalt in 100 Gewichtstheilen der Lösung	Specifische Schwere der Lösung nach			
	Riemann bei 14° R.	Steinheil bei 12° R. nach Pohl	Balling bei 14° R.	der Rechnung bei 14° R.
0	1.0000	1.00000	1.0000	1.0000
1	0035	00388	0040	00378
5	0179	01975	0200	0192
10	0367	04044	0404	0392
15	0600	06182	0614	0600
20	0830	1.08355	0832	0816
25	1056		1059	1042
30	1293		1295	1277
35	1533		1540	1522
40	1781		1794	1778
45	2043		2057	2046
50	2322		2329	2326
55	2602		2610	2620
60	2882		2900	2928
65	3160		3199	3251
70	3430		3507	3591
75	1.3690		1.3824	1.3949
80				
85				
90				
95				
100				1.6065

Tabelle III.

zur Vergleichung der Grade des Beaume'schen Aräometers mit den diesen entsprechenden Sacharometer-Anzeigen bei 14° R. Temperatur.

Beaume's Grade	Diesem entsprechende		Beaume's Grade	Diesen entsprechende	
	specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen		specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen
0	1.0000	0.00	—	—	—
1	1.0069	1.72	21	1.1707	38.29
2	1.0140	3.50	22	1.1803	40.17
3	1.0212	5.30	23	1.1900	42.03
4	1.0285	7.09	24	1.2000	43.92
5	1.0359	8.90	25	1.2100	45.79
6	1.0434	10.71	26	1.2203	47.70
7	1.0510	12.52	27	1.2307	49.60
8	1.0588	14.38	28	1.2413	51.50
9	1.0666	16.20	29	1.2521	53.42
10	1.0746	18.04	30	1.2631	55.36
11	1.0827	19.88	31	1.2743	57.31
12	1.0909	21.71	32	1.2857	59.27
13	1.0992	23.54	33	1.2973	61.23
14	1.1075	25.34	34	1.3090	63.18
15	1.1165	27.25	35	1.3211	65.19
16	1.1250	29.06	36	1.3333	67.19
17	1.1338	30.89	37	1.3457	69.19
18	1.1428	32.75	38	1.3584	71.22
19	1.1520	34.60	39	1.3714	73.28
20	1.1612	36.43	40	1.3846	75.35

Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.
1.0000	0.000
1.0001	0.025
2	050
3	075
4	100
5	125
6	150
7	175
8	200
9	225
1.0010	250
11	275
12	300
13	325
14	350
15	375
16	400
17	425
18	450
19	47
1.0020	50
21	52
22	55
23	57
24	60
25	62
26	65
27	67
28	70
29	72
1.0030	7
31	7
32	8
33	8
34	8
35	8
36	9
37	9
38	9
39	9
1.0040	1.

Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.
1.0281	7.000	1.0321	7.975	1.0361	8.950
282	024	322	8.000	362	975
283	048	323	024	363	9.000
284	073	324	048	364	024
285	097	325	073	365	048
286	122	326	097	366	073
287	146	327	122	367	097
288	170	328	146	368	122
289	195	329	170	369	146
1.0290	219	1.0330	195	1.0370	170
291	244	331	219	371	195
292	268	332	244	372	219
293	292	333	268	373	244
294	316	334	292	374	268
295	341	335	316	375	292
296	365	336	341	376	316
297	389	337	365	377	341
298	413	338	389	378	365
299	438	339	413	379	389
1.0300	463	1.0340	438	1.0380	413
301	488	341	463	381	438
302	512	342	488	382	463
303	536	343	512	383	488
304	560	344	536	384	512
305	584	345	560	385	536
306	609	346	584	386	560
307	633	347	609	387	584
308	657	348	633	388	609
309	681	349	657	389	633
1.0310	706	1.0350	681	1.0390	657
311	731	351	706	391	681
312	756	352	731	392	706
313	780	353	756	393	731
314	804	354	780	394	756
315	828	355	804	395	780
316	853	356	828	396	804
317	877	357	853	397	828
318	901	358	877	398	853
319	925	359	901	399	877
1.0320	7.950	1.0360	8.925	1.0400	9.901

Tabelle III.

zur Vergleichung der Grade des Beaume'schen Aräometers mit den diesen entsprechenden Sacharometer-Anzeigen bei 14° R. Temperatur.

Beaume's Grade	Diesem entsprechende		Beaume's Grade	Diesen entsprechende	
	specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen		specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen
0	1.0000	0.00	—	—	—
1	1.0069	1.72	21	1.1707	38.29
2	1.0140	3.50	22	1.1803	40.17
3	1.0212	5.30	23	1.1900	42.03
4	1.0285	7.09	24	1.2000	43.92
5	1.0359	8.90	25	1.2100	45.79
6	1.0434	10.71	26	1.2203	47.70
7	1.0510	12.52	27	1.2307	49.60
8	1.0588	14.38	28	1.2413	51.50
9	1.0666	16.20	29	1.2521	53.42
10	1.0746	18.04	30	1.2631	55.36
11	1.0827	19.88	31	1.2743	57.31
12	1.0909	21.71	32	1.2857	59.27
13	1.0992	23.54	33	1.2973	61.23
14	1.1075	25.34	34	1.3090	63.18
15	1.1165	27.25	35	1.3211	65.19
16	1.1250	29.06	36	1.3333	67.19
17	1.1338	30.89	37	1.3457	69.19
18	1.1428	32.75	38	1.3584	71.22
19	1.1520	34.60	39	1.3714	73.28
20	1.1612	36.43	40	1.3846	75.35

Specifische Schwere	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar-Anzeige in Proc.
1.0000						
1.0001	1.0281	7.000	1.0321	7.975	1.0361	8.950
2	282	024	322	8.000	362	975
3	283	048	323	024	363	9.000
4	284	073	324	048	364	024
5	285	097	325	073	365	048
6	286	122	326	097	366	073
7	287	146	327	122	367	097
8	288	170	328	146	368	122
9	289	195	329	170	369	146
1.0010	1.0290	219	1.0330	195	1.0370	170
11	291	244	331	219	371	195
12	292	268	332	244	372	219
13	293	292	333	268	373	244
14	294	316	334	292	374	268
15	295	341	335	316	375	292
16	296	365	336	341	376	316
17	297	389	337	365	377	341
18	298	413	338	389	378	365
19	299	438	339	413	379	389
1.0020	1.0300	463	1.0340	438	1.0380	413
21	301	488	341	463	381	438
22	302	512	342	488	382	463
23	303	536	343	512	383	488
24	304	560	344	536	384	512
25	305	584	345	560	385	536
26	306	609	346	584	386	560
27	307	633	347	609	387	584
28	308	657	348	633	388	609
29	309	681	349	657	389	633
1.0030	1.0310	706	1.0350	681	1.0390	657
31	311	731	351	706	391	681
32	312	756	352	731	392	706
33	313	780	353	756	393	731
34	314	804	354	780	394	756
35	315	828	355	804	395	780
36	316	853	356	828	396	804
37	317	877	357	853	397	828
38	318	901	358	877	398	853
39	319	925	359	901	399	877
1.0040	1.0320	7.950	1.0360	8.925	1.0400	9.901

Tabelle III.

zur Vergleichung der Grade des Beaume'schen Aräometers mit den diesen entsprechenden Sacharometer-Anzeigen bei 14° R. Temperatur.

Beaume's Grade	Diesem entsprechende		Beaume's Grade	Diesen entsprechende	
	specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen		specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen
0	1.0000	0.00	—	—	—
1	1.0069	1.72	21	1.1707	38.29
2	1.0140	3.50	22	1.1803	40.17
3	1.0212	5.30	23	1.1900	42.03
4	1.0285	7.09	24	1.2000	43.92
5	1.0359	8.90	25	1.2100	45.79
6	1.0434	10.71	26	1.2203	47.70
7	1.0510	12.52	27	1.2307	49.60
8	1.0588	14.38	28	1.2413	51.50
9	1.0666	16.20	29	1.2521	53.42
10	1.0746	18.04	30	1.2631	55.36
11	1.0827	19.88	31	1.2743	57.31
12	1.0909	21.71	32	1.2857	59.27
13	1.0992	23.54	33	1.2973	61.23
14	1.1075	25.34	34	1.3090	63.18
15	1.1165	27.25	35	1.3211	65.19
16	1.1250	29.06	36	1.3333	67.19
17	1.1338	30.89	37	1.3457	69.19
18	1.1428	32.75	38	1.3584	71.22
19	1.1520	34.60	39	1.3714	73.28
20	1.1612	36.43	40	1.3846	75.35

Specifische Schwere	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar-Anzeige in Proc.
1.0000						
1.0001	1.0281	7.000	1.0321	7.975	1.0361	8.950
2	282	024	322	8.000	362	975
3	283	048	323	024	363	9.000
4	284	073	324	048	364	024
5	285	097	325	073	365	048
6	286	122	326	097	366	073
7	287	146	327	122	367	097
8	288	170	328	146	368	122
9	289	195	329	170	369	146
1.0010	1.0290	219	1.0330	195	1.0370	170
11	291	244	331	219	371	195
12	292	268	332	244	372	219
13	293	292	333	268	373	244
14	294	316	334	292	374	268
15	295	341	335	316	375	292
16	296	365	336	341	376	316
17	297	389	337	365	377	341
18	298	413	338	389	378	365
19	299	438	339	413	379	389
1.0020	1.0300	463	1.0340	438	1.0380	413
21	301	488	341	463	381	438
22	302	512	342	488	382	463
23	303	536	343	512	383	488
24	304	560	344	536	384	512
25	305	584	345	560	385	536
26	306	609	346	584	386	560
27	307	633	347	609	387	584
28	308	657	348	633	388	609
29	309	681	349	657	389	633
1.0030	1.0310	706	1.0350	681	1.0390	657
31	311	731	351	706	391	681
32	312	756	352	731	392	706
33	313	780	353	756	393	731
34	314	804	354	780	394	756
35	315	828	355	804	395	780
36	316	853	356	828	396	804
37	317	877	357	853	397	828
38	318	901	358	877	398	853
39	319	925	359	901	399	877
1.0040	1.0320	7.950	1.0360	8.925	1.0400	9.901

Tabelle III.

zur Vergleichung der Grade des Beaume'schen Aräometers mit den diesen entsprechenden Sacharometer-Anzeigen bei 14° R. Temperatur.

Beaume's Grade	Diesem entsprechende		Beaume's Grade	Diesen entsprechende	
	specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen		specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen
0	1.0000	0.00	—	—	—
1	1.0069	1.72	21	1.1707	38.29
2	1.0140	3.50	22	1.1803	40.17
3	1.0212	5.30	23	1.1900	42.03
4	1.0285	7.09	24	1.2000	43.92
5	1.0359	8.90	25	1.2100	45.79
6	1.0434	10.71	26	1.2203	47.70
7	1.0510	12.52	27	1.2307	49.60
8	1.0588	14.38	28	1.2413	51.50
9	1.0666	16.20	29	1.2521	53.42
10	1.0746	18.04	30	1.2631	55.36
11	1.0827	19.88	31	1.2743	57.31
12	1.0909	21.71	32	1.2857	59.27
13	1.0992	23.54	33	1.2973	61.23
14	1.1075	25.34	34	1.3090	63.18
15	1.1165	27.25	35	1.3211	65.19
16	1.1250	29.06	36	1.3333	67.19
17	1.1338	30.89	37	1.3457	69.19
18	1.1428	32.75	38	1.3584	71.22
19	1.1520	34.60	39	1.3714	73.28
20	1.1612	36.43	40	1.3846	75.35

Specifische Schwere	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.
1.0000						
1.0001	1.0281	7.000	1.0321	7.975	1.0361	8.950
2	282	024	322	8.000	362	975
3	283	048	323	024	363	9.000
4	284	073	324	048	364	024
5	285	097	325	073	365	048
6	286	122	326	097	366	073
7	287	146	327	122	367	097
8	288	170	328	146	368	122
9	289	195	329	170	369	146
1.0010	1.0290	219	1.0330	195	1.0370	170
11	291	244	331	219	371	195
12	292	268	332	244	372	219
13	293	292	333	268	373	244
14	294	316	334	292	374	268
15	295	341	335	316	375	292
16	296	365	336	341	376	316
17	297	389	337	365	377	341
18	298	413	338	389	378	365
19	299	438	339	413	379	389
1.0020	1.0300	463	1.0340	438	1.0380	413
21	301	488	341	463	381	438
22	302	512	342	488	382	463
23	303	536	343	512	383	488
24	304	560	344	536	384	512
25	305	584	345	560	385	536
26	306	609	346	584	386	560
27	307	633	347	609	387	584
28	308	657	348	633	388	609
29	309	681	349	657	389	633
1.0030	1.0310	706	1.0350	681	1.0390	657
31	311	731	351	706	391	681
32	312	756	352	731	392	706
33	313	780	353	756	393	731
34	314	804	354	780	394	756
35	315	828	355	804	395	780
36	316	853	356	828	396	804
37	317	877	357	853	397	828
38	318	901	358	877	398	853
39	319	925	359	901	399	877
1.0040	1.0320	7.950	1.0360	8.925	1.0400	9.901

Tabelle III.

zur Vergleichung der Grade des Beaume'schen Aräometers mit den diesen entsprechenden Sacharometer-Anzeigen bei 14° R. Temperatur.

Beaume's Grade	Diesem entsprechende		Beaume's Grade	Diesen entsprechende	
	specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen		specifische Schweren	Sachar.-Anzeigen
0	1.0000	0.00	—	—	—
1	1.0069	1.72	21	1.1707	38.29
2	1.0140	3.50	22	1.1803	40.17
3	1.0212	5.30	23	1.1900	42.03
4	1.0285	7.09	24	1.2000	43.92
5	1.0359	8.90	25	1.2100	45.79
6	1.0434	10.71	26	1.2203	47.70
7	1.0510	12.52	27	1.2307	49.60
8	1.0588	14.38	28	1.2413	51.50
9	1.0666	16.20	29	1.2521	53.42
10	1.0746	18.04	30	1.2631	55.36
11	1.0827	19.88	31	1.2743	57.31
12	1.0909	21.71	32	1.2857	59.27
13	1.0992	23.54	33	1.2973	61.23
14	1.1075	25.34	34	1.3090	63.18
15	1.1165	27.25	35	1.3211	65.19
16	1.1250	29.06	36	1.3333	67.19
17	1.1338	30.89	37	1.3457	69.19
18	1.1428	32.75	38	1.3584	71.22
19	1.1520	34.60	39	1.3714	73.28
20	1.1612	36.43	40	1.3846	75.35

Specifische Schwere	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.
1.0000						
1.0001	1.0281	7.000	1.0321	7.975	1.0361	8.950
2	282	024	322	8.000	362	975
3	283	048	323	024	363	9.000
4	284	073	324	048	364	024
5	285	097	325	073	365	048
6	286	122	326	097	366	073
7	287	146	327	122	367	097
8	288	170	328	146	368	122
9	289	195	329	170	369	146
1.0010	1.0290	219	1.0330	195	1.0370	170
11	291	244	331	219	371	195
12	292	268	332	244	372	219
13	293	292	333	268	373	244
14	294	316	334	292	374	268
15	295	341	335	316	375	292
16	296	365	336	341	376	316
17	297	389	337	365	377	341
18	298	413	338	389	378	365
19	299	438	339	413	379	389
1.0020	1.0300	463	1.0340	438	1.0380	413
21	301	488	341	463	381	438
22	302	512	342	488	382	463
23	303	536	343	512	383	488
24	304	560	344	536	384	512
25	305	584	345	560	385	536
26	306	609	346	584	386	560
27	307	633	347	609	387	584
28	308	657	348	633	388	609
29	309	681	349	657	389	633
1.0030	1.0310	706	1.0350	681	1.0390	657
31	311	731	351	706	391	681
32	312	756	352	731	392	706
33	313	780	353	756	393	731
34	314	804	354	780	394	756
35	315	828	355	804	395	780
36	316	853	356	828	396	804
37	317	877	357	853	397	828
38	318	901	358	877	398	853
39	319	925	359	901	399	877
1.0040	1.0320	7.950	1.0360	8.925	1.0400	9.901

…ſche Schwere	Dieſem entſprechende Sacchar.-Anzeige in Proc.	Speciſiſche Schwere	Dieſem entſprechende Sacchar.-Anzeige in Proc.	Speciſiſche Schwere	Dieſem entſprechende Sacchar.-Anzeige in Proc.	Speciſiſche Schwere	Dieſem entſprechende Sacchar.-Anzeige in Proc.
…41	15.627	1.0681	16.557	1.0721	17.477	1.0761	18.386
…42	650	682	581	722	500	762	409
…43	674	683	604	723	522	763	431
…44	697	684	627	724	545	764	454
…45	721	685	650	725	568	765	477
…46	744	686	674	726	590	766	500
…47	767	687	697	727	613	767	522
…48	790	688	721	728	636	768	545
…49	814	689	744	729	659	769	569
…50	837	1.0690	767	1.0730	681	1.0770	590
[illegible]	860	691	790	731	704	771	613
[illegible]	883	692	814	732	727	772	636
[illegible]	907	693	837	733	750	773	659
[illegible]	930	694	860	734	772	774	681
[illegible]	953	695	883	735	795	775	704
[illegible]	976	696	907	736	818	776	727
[illegible]	16.000	697	930	737	841	777	750
[illegible]	023	698	953	738	863	778	772
[illegible]	046	699	976	739	886	779	795
1.0660	070	1.0700	17.000	1.0740	909	1.0780	818
[illegible]	093	701	022	741	931	781	841
[illegible]	116	702	045	742	954	782	863
[illegible]	139	703	067	743	977	783	886
[illegible]	162	704	090	744	18.000	784	909
[illegible]	186	705	113	745	022	785	931
[illegible]	209	706	136	746	045	786	954
[illegible]	232	707	158	747	067	787	977
[illegible]	255	708	181	748	090	788	19.000
[illegible]	[illegible]	709	204	749	113	789	022
1.0670	[illegible]	1.0710	227	1.0750	136	1.0790	045
[illegible]	[illegible]	711	250	751	158	791	067
[illegible]	[illegible]	712	272	752	181	792	090
[illegible]	[illegible]	713	295	753	204	793	113
[illegible]	[illegible]	714	[illegible]	754	227	794	136
[illegible]	[illegible]	715	340	755	250	795	158
[illegible]	[illegible]	716	[illegible]	756	272	796	181
[illegible]	[illegible]	717	[illegible]	757	295	797	204
[illegible]	[illegible]	718	409	758	318	798	227
[illegible]	[illegible]	719	431	759	340	799	250
[illegible]	[illegible]	1.0720	17.45[illegible]	1.0760	18.363	1.0800	272

Tabelle V.

zur Vergleichung der gebräuchlichen Thermometerscalen mit einander.

Reaumur	Celsius	Fahrenheit	Reaumur	Celsius	Fahrenheit
0	0.	32.			
1	1.25	34.25	41	51.25	124.25
2	2.50	36.50	42	52.50	126.50
3	3.75	38.75	43	53.75	128.75
4	5	41	44	55	131
5	6.25	43.25	45	56.25	133.25
6	7.50	45.50	46	57.50	135.50
7	8.75	47.75	47	58.75	137.75
8	10	50.	48	60	140
9	11.25	52.25	49	61.25	142.25
10	12.50	54.50	50	62.50	144.50
11	13.75	56.75	51	63.75	146.75
12	15	59.	52	65	149
13	16.25	61.25	53	66.25	151.25
14	17.50	63.50	54	67.50	153.50
15	18.75	65.75	55	68.75	155.75
16	20.	68.	56	70	158
17	21.25	70.25	57	71.25	160.25
18	22.50	72.50	58	72.50	162.50
19	23.75	74.75	59	73.75	164.75
20	25.	77.	60	75.	167.
21	26.25	79.25	61	76.25	169.25
22	27.50	81.50	62	77.50	171.50
23	28.75	83.75	63	78.75	173.75
24	30	86	64	80	176
25	31.25	88.25	65	81.25	178.25
26	32.50	90.50	66	82.50	180.50
27	33.75	92.75	67	83.75	182.75
28	35.	95	68	85	185
29	36.25	97.25	69	86.25	187.25
30	37.50	99.50	70	87.50	189.50
31	38.75	101.75	71	88.75	191.75
32	40	104	72	90	194
33	41.25	106.25	73	91.25	196.25
34	42.50	108.50	74	92.50	198.50
35	43.75	110.75	75	93.75	200.75
36	45	113	76	95	203.
37	46.25	115.25	77	96.25	205.25
38	47.50	117.50	78	97.50	207.50
39	48.75	119.75	79	98.75	209.75
40	50.	122	80	100.	212.

…i= … …ere	Diesem entspre= chende Sachar.= Anzeige in Proc.	Speci= fische Schwere	Diesem entspre= chende Sachar.= Anzeige in Proc.	Speci= fische Schwere	Diesem entspre= chende Sachar.= Anzeige in Proc.	Speci= fische Schwere	Diesem entspre= chende Sachar.= Anzeige in Proc.
41	15.627	1.0681	16.557	1.0721	17.477	1.0761	18.386
42	650	682	581	722	500	762	409
43	674	683	604	723	522	763	431
44	697	684	627	724	545	764	454
45	721	685	650	725	568	765	477
46	744	686	674	726	590	766	500
47	767	687	697	727	613	767	522
48	790	688	721	728	636	768	545
49	814	689	744	729	659	769	569
50	837	1.0690	767	1.0730	681	1.0770	590
51	860	691	790	731	704	771	613
52	883	692	814	732	727	772	636
53	907	693	837	733	750	773	659
54	930	694	860	734	772	774	681
55	953	695	883	735	795	775	704
56	976	696	907	736	818	776	727
57	16.000	697	930	737	841	777	750
58	023	698	953	738	863	778	772
59	046	699	976	739	886	779	795
60	070	1.0700	17.000	1.0740	909	1.0780	818
61	093	701	022	741	931	781	841
62	116	702	045	742	954	782	863
63	139	703	067	743	977	783	886
64	162	704	090	744	18.000	784	909
65	186	705	113	745	022	785	931
66	209	706	136	746	045	786	954
67	232	707	158	747	067	787	977
68	255	708	181	748	090	788	19.000
69	278	709	204	749	113	789	022
70	302	1.0710	227	1.0750	136	1.0790	045
71	325	711	250	751	158	791	067
72	348	712	272	752	181	792	090
73	371	713	295	753	204	793	113
74	395	714	318	754	227	794	136
75	418	715	340	755	250	795	158
76	441	716	363	756	272	796	181
77	464	717	386	757	295	797	204
78	488	718	409	758	318	798	227
79	511	719	431	759	340	799	250
80	16.534	1.0720	17.454	1.0760	18.363	1.0800	272

Tabelle V.

zur Vergleichung der gebräuchlichen Thermometerscalen mit einander.

Reaumur	Celsius	Fahrenheit	Reaumur	Celsius	Fahrenheit
0	0.	32.			
1	1.25	34.25	41	51.25	124.25
2	2.50	36.50	42	52.50	126.50
3	3.75	38.75	43	53.75	128.75
4	5	41	44	55	131
5	6.25	43.25	45	56.25	133.25
6	7.50	45.50	46	57.50	135.50
7	8.75	47.75	47	58.75	137.75
8	10	50.	48	60	140
9	11.25	52.25	49	61.25	142.25
10	12.50	54.50	50	62.50	144.50
11	13.75	56.75	51	63.75	146.75
12	15	59.	52	65	149
13	16.25	61.25	53	66.25	151.25
14	17.50	63.50	54	67.50	153.50
15	18.75	65.75	55	68.75	155.75
16	20.	68.	56	70	158
17	21.25	70.25	57	71.25	160.25
18	22.50	72.50	58	72.50	162.50
19	23.75	74.75	59	73.75	164.75
20	25.	77.	60	75.	167.
21	26.25	79.25	61	76.25	169.25
22	27.50	81.50	62	77.50	171.50
23	28.75	83.75	63	78.75	173.75
24	30	86	64	80	176
25	31.25	88.25	65	81.25	178.25
26	32.50	90.50	66	82.50	180.50
27	33.75	92.75	67	83.75	182.75
28	35.	95	68	85	185
29	36.25	97.25	69	86.25	187.25
30	37.50	99.50	70	87.50	189.50
31	38.75	101.75	71	88.75	191.75
32	40	104	72	90	194
33	41.25	106.25	73	91.25	196.25
34	42.50	108.50	74	92.50	198.50
35	43.75	110.75	75	93.75	200.75
36	45	113	76	95	203.
37	46.25	115.25	77	96.25	205.25
38	47.50	117.50	78	97.50	207.50
39	48.75	119.75	79	98.75	209.75
40	50.	122	80	100.	212.

…i- …ere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.	Specifische Schwere	Diesem entsprechende Sachar.-Anzeige in Proc.
41	15.627	1.0681	16.557	1.0721	17.477	1.0761	18.386
42	650	682	581	722	500	762	409
43	674	683	604	723	522	763	431
44	697	684	627	724	545	764	454
45	721	685	650	725	568	765	477
46	744	686	674	726	590	766	500
47	767	687	697	727	613	767	522
48	790	688	721	728	636	768	545
49	814	689	744	729	659	769	569
50	837	1.0690	767	1.0730	681	1.0770	590
51	860	691	790	731	704	771	613
52	883	692	814	732	727	772	636
53	907	693	837	733	750	773	659
54	930	694	860	734	772	774	681
55	953	695	883	735	795	775	704
56	976	696	907	736	818	776	727
57	16.000	697	930	737	841	777	750
58	023	698	953	738	863	778	772
59	046	699	976	739	886	779	795
60	070	1.0700	17.000	1.0740	909	1.0780	818
61	093	701	022	741	931	781	841
62	116	702	045	742	954	782	863
63	139	703	067	743	977	783	886
64	162	704	090	744	18.000	784	909
65	186	705	113	745	022	785	931
66	209	706	136	746	045	786	954
67	232	707	158	747	067	787	977
68	255	708	181	748	090	788	19.000
69	278	709	204	749	113	789	022
70	302	1.0710	227	1.0750	136	1.0790	045
71	325	711	250	751	158	791	067
72	348	712	272	752	181	792	090
73	371	713	295	753	204	793	113
74	395	714	318	754	227	794	136
75	418	715	340	755	250	795	158
76	441	716	363	756	272	796	181
77	464	717	386	757	295	797	204
78	488	718	409	758	318	798	227
79	511	719	431	759	340	799	250
80	16.534	1.0720	17.454	1.0760	18.363	1.0800	272

Tabelle V.

zur Vergleichung der gebräuchlichen Thermometerscalen mit einander.

Reaumur	Celsius	Fahrenheit	Reaumur	Celsius	Fahrenheit
0	0.	32.			
1	1.25	34.25	41	51.25	124.25
2	2.50	36.50	42	52.50	126.50
3	3.75	38.75	43	53.75	128.75
4	5	41	44	55	131
5	6.25	43.25	45	56.25	133.25
6	7.50	45.50	46	57.50	135.50
7	8.75	47.75	47	58.75	137.75
8	10	50.	48	60	140
9	11.25	52.25	49	61.25	142.25
10	12.50	54.50	50	62.50	144.50
11	13.75	56.75	51	63.75	146.75
12	15	59.	52	65	149
13	16.25	61.25	53	66.25	151.25
14	17.50	63.50	54	67.50	153.50
15	18.75	65.75	55	68.75	155.75
16	20.	68.	56	70	158
17	21.25	70.25	57	71.25	160.25
18	22.50	72.50	58	72.50	162.50
19	23.75	74.75	59	73.75	164.75
20	25.	77.	60	75.	167.
21	26.25	79.25	61	76.25	169.25
22	27.50	81.50	62	77.50	171.50
23	28.75	83.75	63	78.75	173.75
24	30	86	64	80	176
25	31.25	88.25	65	81.25	178.25
26	32.50	90.50	66	82.50	180.50
27	33.75	92.75	67	83.75	182.75
28	35.	95	68	85	185
29	36.25	97.25	69	86.25	187.25
30	37.50	99.50	70	87.50	189.50
31	38.75	101.75	71	88.75	191.75
32	40	104	72	90	194
33	41.25	106.25	73	91.25	196.25
34	42.50	108.50	74	92.50	198.50
35	43.75	110.75	75	93.75	200.75
36	45	113	76	95	203.
37	46.25	115.25	77	96.25	205.25
38	47.50	117.50	78	97.50	207.50
39	48.75	119.75	79	98.75	209.75
40	50.	122	80	100.	212.

Tabelle VI.

über die Verdichtung (Raumverminderung), welche beim Vermischen von Alkohol mit Wasser in verschiedenen Maßverhältnissen Statt findet.

Nach Versuchen von Meißner bei 14° R. Temperatur.

Inhaltsmaße		Maße nach der Vermischung bei 14° R. Temp.	Specifische Schwere des Gemisches bei 14° R. Temp.
Alkohol	Wasser		
0	100	100.000	1.0000
5	95	99.674	0.9929
10	90	99.333	9859
15	85	98.845	9803
20	80	98.262	9756
25	75	97.763	9700
30	70	97.268	9643
35	65	96.829	9580
40	60	96.607	9495
45	55	96.442	9404
50	50	96.377	9303
55	45	96.427	9191
60	40	96.520	9075
65	35	96.626	8958
70	30	96.821	8833
75	25	97.176	8695
80	20	97.462	8566
85	15	97.807	8427
90	10	98.224	8286
95	5	99.031	8114
100	0	100.000	0.7932

zur Ve ach Procenten vom Gewichte mit den Dichten

Alkoholgeh in Procente	e Dichten Gewicht	Alkoholgehalt in Procenten	Diesem entsprechende Dichten für das Inhaltsmaß	Gewicht
0	—	—	—	—
1	0.9150	76	0.8728	0.8567
2	9127	77	8700	8543
3	9104	78	8672	8519
4	9082	79	8645	8494
5	9060	80	8619	8470
6	9038	81	8593	8446
7	9016	82	8568	8422
8	8994	83	8535	8399
9	8971	84	8508	8376
10	8948	85	8480	8353
11	8925	86	8452	8329
12	8902	87	8424	8304
13	8879	88	8396	8279
14	8855	89	8367	8252
15	8831	90	8338	8225
16	8806	91	8306	8196
17	8781	92	8272	8166
18	8755	93	8235	8135
19	8729	94	8196	8104
20	8704	95	8155	8074
21	8680	96	8110	8045
22	8657	97	8064	8016
23	8635	98	8026	7988
24	8613	99	7986	7960
25	.8590	100	0.7932	0.7932

Tabelle VIII.

über die Abnahme des Alkoholgehaltes im Weingeist bei der Destillation desselben und über die Beurtheilung des Alkoholgehaltes sowohl des Destillates als des Rückstandes nach der Temperatur des Dampfes.

Von Gröning.

Temperatur des Dampfes nach Reaumur	Procente Tralles bei 12.44° R.	
	im Rückstande	im Destillate
61.75	92	93
62.00	90	92
62.25	85	91
62.50	80	90.5
63.00	75	90
63.50	70	89
64	65	87
65	50	85
66	40	82
67	35	80
68	30	78
69	25	76
70	20	71
71	18	68
72	15	66
73	12	61
74	10	55
75	7	50
76	5	42
77	3	36
78	2	28
79	1	13
80	0	0

Zweite Abtheilung.

Allgemeine Gährungschemie.

Mit Tabellen und Kupfer-Tafeln.

Von der geistigen Gährung im Allgemeinen.

Geistige Gährung nennen wir diejenige eigenthümliche Zersetzung des in wässeriger Lösung befindlichen Zuckers, deren unmittelbares Product eine alkoholhaltige Flüssigkeit (Wein) ist. Den Act derselben bezeichnet die Bildung von Alkohol, die Entwickelung von kohlensaurem Gase, in den meisten Fällen die Erzeugung eines eigenthümlichen Körpers, den man Hefe oder Ferment nennt, und besondere äußere Erscheinungen und physikalische Veränderungen an den Flüssigkeiten, welche dabei Statt finden.

Nur einige Arten Zucker sind der Zersetzung durch den Proceß der geistigen Gährung direct fähig, andere Arten desselben besitzen diese Fähigkeit nicht. Nach H. Rose ist nur der Krümelzucker der geistigen Gährung direct fähig; alle andere Zuckerarten, namentlich der gemeine Zucker, werden durch die zur Erregung der Gährung zugesetzte Hefe erst in Krümelzucker umgewandelt und dadurch gährbar. Mittelbar sind auch solche Stoffe der geistigen Gährung fähig, welche sich in Zucker umwandeln lassen, wie Stärkmehl, Pflanzenfaserstoff, Stärkmehlgummi, und dann muß entweder ihre Umwandlung in Zucker der geistigen Gährung vorangehen oder wenigstens während derselben mit ihr gleichen Schritt halten.

Von den bekannten Zuckerarten ist der gemeine kristallisirbare Zucker, wie er im Safte des Zuckerrohrs und der Ahornbäume vorkommt, der reinste und süßeste; ebenso süß, aber minder rein, kommt er in dem Safte der Runkelrüben vor. Dieser und andere Arten Zucker sind in dem Zustande, wie sie in den Pflanzen- und Fruchtsäften enthalten sind, oder wie sie im Großen künstlich erzeugt werden, mit gewissen gar nicht oder nicht direct gährungsfähigen Substanzen mehr oder weniger

vermischt, wie der Trauben- und Obstzucker im Safte der Weintrauben und Obstarten mit Schleim, Säuren und Salzen der gemeine Stärkmehlzucker und der Malzstärkmehlzucker in den Bierwürzen mit Gummi u. dgl.

Der reine Zucker so wie die genannten zuckerhaltigen Flüssigkeiten zeigen bei der geistigen Gährung ein etwas verschiedenes, abweichendes Verhalten, so wie auch die durch dieselbe gewonnenen alkoholhaltigen Flüssigkeiten (der Wein) und der daraus abgeschiedene Alkohol eine verschiedene Beschaffenheit haben und verschiedene Eigenschaften besitzen, die von der, der Gährung unterworfenen zuckerhaltigen Flüssigkeit, je nach ihrer Eigenthümlichkeit bedingt sind.

Es wird daher nothwendig, zuerst die allgemeinen Verhältnisse bei der Gährung des reinen Zuckers zu besprechen, dann aber im praktischen Theile von der Gährung einer jeden der genannten zuckerhaltigen Flüssigkeiten einzeln zu handeln, weil jede derselben etwas Eigenthümliches darbietet, theils in Beziehung auf den Verlauf des Gährprocesses und auf die dabei stattfindenden Erscheinungen, theis in Bezug auf die Beschaffenheit der dadurch erzeugten Producte.

Gährung des reinen Zuckers.

Bedingungen derselben.

Die Zersetzung des Zuckers durch den Proceß der geistigen Gährung erfolgt nur bei Erfüllung gewisser Bedingungen, welche auf den Eintritt, Verlauf und Erfolg derselben einen sehr wesentlichen Einfluß nehmen.

Diese Bedingungen sind im Besondern folgende:

1) Die Auflösung des Zuckers in einer gewissen Menge Wasser. — Trockener, starrer Zucker gährt nicht. Auch eine zu concentrirte Zuckerlösung gährt nicht; in mäßig concentrirtem Zustande vergährt sie nur unvollkommen und bleibt daher nach der Gährung noch süß, d. h. sie enthält noch unzersetzten Zucker. Gewöhnlich gibt man an, daß nur Zuckerlösungen bis 10 pCt. Zuckergehalt noch vollständig zu vergähren im Stande seien; aber auch bei Zuckerlösungen bis 20 pCt. Zuckergehalt findet dieß noch Statt. Eine Zuckerlösung von 30 pCt. Zucker-

gehalt vergährt jedoch schon unvollkommen; daher muß, wenn eine gänzliche Zersetzung des Zuckers durch die Gährung beabsichtigt wird, der Zucker im Wasser hierzu im schicklichen Verhältnisse aufgelöst werden, so daß man eine Lösung von zwischen 10 bis 20 pCt. Zuckergehalt enthält. Eine verdünntere Zuckerlösung dazu anzuwenden, ist aus andern Rücksichten nicht rathsam.

2) Eine gewisse mittlere Temperatur der Flüssigkeit über dem Gefrierpuncte, deren äußerste Grenzen 4 bis 30° R. sein dürften. — Bei niedrigerer Temperatur geht die Gährung zu langsam vor sich, das Gefrieren der Flüssigkeit hindert sie ganz. Bei höherer Temperatur entstehen neben dem Alkohol theilweise andere Producte, es wird zu viel des gebildeten Alkohols verflüchtigt und mehr Gelegenheit zum theilweisen Übergang desselben in Essigsäure geboten, wenn die atmosphärische Luft damit in Berührung ist.

Für die Gährung reinen Zuckers scheint die beste Gährungstemperatur zwischen 10 bis 20° R. zu liegen. Unter übrigens gleichen Umständen steht die Schnelligkeit des Gährungsverlaufes innerhalb jener Grenzen mit dem Temperaturgrade im Verhältnisse, so daß er durch Erwärmung beschleunigt und durch Erkältung verzögert werden kann.

3) Die Gegenwart eines die Gährung erregenden Mittels, Ferments oder von Hefe, und deren vollkommene Vertheilung in der Flüssigkeit. — Reine Zuckerlösungen kommen von selbst nicht in Gährung, man muß sie erst durch Zusatz eines die Gährung erregenden Mittels — der Hefe — in dieselbe versetzen. In diesem Falle geht die Gährung auch bei Ausschluß der atmosphärischen Luft vor sich. Andere, natürlich vorkommende Zuckerlösungen, wie die süßen Pflanzen- und Fruchtsäfte, kommen von selbst in Gährung, weil sie schon von Natur Bestandtheile enthalten, welche in denselben die Gährung zu erregen im Stande sind; aber sie bedürfen dazu wenigstens anfänglich der Berührung mit der atmosphärischen Luft, um die Wirksamkeit des natürlichen Ferments anzufachen oder die Gährung gewissermaßen in's Leben zu rufen.

Die Vertheilung und hinreichende Berührung der zuckerhaltigen Flüssigkeit mit der zugesetzten Hefe wird erzielt durch gehöriges Einrühren derselben und durch öfteres Aufrühren der gährenden Flüssigkeit, daher die Vergährung sich durch diese Operation beschleunigen läßt.

4) Eine größere gährende Masse, in welcher die Gährung gleichmäßiger vor sich geht und welche weniger einem Temperaturswechsel durch Abkühlung von Außen unterliegt, die immer störend auf den Verlauf und nachtheilig auf den Erfolg der Gährung einwirkt.

5) Wenn auch nicht Berührung, doch Communication mit der atmosphärischen Luft, damit das während des Gährungsverlaufes sich entwickelnde kohlensaure Gas ungehindert in dieselbe austreten könne.

6) Soll die Zersetzung des reinen Zuckers durch die geistige Gährung vollkommen erfolgen, so ist ein bestimmtes Quantum von Hefe dazu erforderlich; die Hefe wird dabei mit dem Zucker zersetzt; die zersetzte Zuckermenge ist der angewendeten Hefenmenge proportional. Die Hefe hinterläßt einen Rückstand, welcher die Eigenschaft verloren hat, Zuckerlösungen in die geistige Gährung zu versetzen.

Erscheinungen bei der geistigen Gährung, und Veränderungen, welche dabei stattfinden.

Die Erscheinungen, welche man bei der Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten beobachtet, und die Veränderungen derselben, welche sie dabei erleiden, sind äußere, schon durch das Ansehen wahrnehmbare; physikalische, bloß durch Prüfung derselben mit gewissen Instrumenten bemerkbare, und chemische, welche sich auf die vorgehenden chemischen Metamorphosen der in der Flüssigkeit aufgelösten Stoffe und auf die dadurch neu gebildeten Producte beziehen. Sie sind im Allgemeinen folgende:

I. Äußere Erscheinungen.

a) Die in die geistige Gährung tretende zuckerhaltige Flüssigkeit wird, wenn sie schon von Natur Ferment enthält, durch die anfängliche Berührung mit der atmosphärischen Luft trübe (sie bricht sich), oder sie wird künstlich absichtlich getrübt, indem man ihr Ferment oder Hefe zur Erregung der Gährung beimengt, es in dieselbe einrührt.

b) Es entsteht bald eine innere Bewegung in der Flüssigkeit.

c) Kohlensaures Gas entwickelt sich aus derselben mit Gebrause, nachdem die zuerst gebildete Portion desselben in der Flüssigkeit absorbirt blieb.

d) Es wird, bedingt durch die Entwickelung des kohlensauren Gases, an der Oberfläche der gährenden Flüssigkeit eine weiße Schaumdecke gebildet, welche nach Verschiedenheit der gährenden Flüssigkeit ein verschiedenes Verhalten zeigt je nachdem die Gährung mit der Bildung neuer Hefe verknüpft ist oder nicht.

e) Die gährende Flüssigkeit nimmt einen alkoholigen Geruch und Geschmack an.

f) Die Bewegung in der Flüssigkeit läßt endlich nach.

g) Die Flüssigkeit klärt sich, und somit ist die Hauptgährung, welche die Zersetzung des größten Theils des Zuckers bedingt, beendigt.

h) Durch diese Hauptgährung wird nicht aller Zucker zersetzt, sondern es bleibt noch ein Antheil davon unzersetzt in der Flüssigkeit, der aber unter dazu günstigen Umständen durch eine nun eintretende, sehr langsame Gährung, welche man die stille oder Nachgährung nennt, in längerer oder kürzerer Zeit doch endlich vollständig zersetzt wird, wobei der Alkoholgehalt der Flüssigkeit fortwährend zunimmt.

II. Physikalische Veränderungen.

a) Die Temperatur der gährenden Flüssigkeit steigt um mehre Grade über die ursprüngliche Temperatur derselben und über jene des Locals, worin die Gährung vorgenommen wird. Es wird also bei dem Acte der Gährung Wärme frei und der gährenden Flüssigkeit mitgetheilt. Diese Temperaturs-Erhöhung ist um so bedeutender, je größer die Masse der Flüssigkeit und des zersetzten Zuckers, bei kleinen Mengen gährender Flüssigkeiten ist sie jedoch kaum wahrnehmbar, weil diese zu sehr der Abkühlung durch die äußere umgebende Luft unterliegen.

b) Die Temperaturs-Zunahme erreicht ein gewisses Maximum und geht von da an, wie die Gährung schwächer wird, durch allmählige Abkühlung jedoch viel langsamer wieder herab.

c) Das Volumen der Flüssigkeit ist nach Beendigung der Hauptgährung etwas vermindert.

d) Das absolute Gewicht derselben nimmt wegen der Entweichung des kohlensauren Gases fortwährend ab.

e) Die specifische Schwere oder die Dichte der gährenden Flüssigkeit wird während des Gährungsverlaufes fortwährend kleiner — in dem Maße, als der Zucker zersetzt wird und in Alkohol übergeht.

III. Chemische Zersetzungen und neu gebildete Producte.

Der Zucker, die Hefe und einige Nebenbestandtheile, die sich in den Fruchtsäften wie in künstlich bereiteten süßen Flüssigkeiten aufgelös't befinden, sind diejenigen Körper, welche bei dem Processe der geistigen Gährung zersetzt werden und zur Bildung der neu entstehenden Producte dienen. Diese Producte sind folgende:

A. Aus dem Zucker.

a) Alkohol, welcher in der gegohrenen Flüssigkeit verbleibt und

b) kohlensaures Gas, welches daraus unter Aufschäumen größtentheils entweicht.

c) Milchsäure, welche vornehmlich als Product bei der Gährung reinen Zuckers mit Hefe auftritt.

B. Aus den Nebenbestandtheilen.

a) Hefe. Sowohl in den natürlichen Fruchtsäften wie in einigen künstlich bereiteten zuckerhaltigen Flüssigkeiten sind gewisse stickstoffhaltige Bestandtheile und Salze enthalten, worin erstere während des Gährungsverlaufes eigenthümliche Veränderungen erleiden, dadurch aus der Flüssigkeit, als darin unlöslich, theils an der Oberfläche derselben unter Bildung eines gelblichen, klebrigen Schaumes, theils am Boden des Gefäßes als ein gelb bräunlicher Bodensatz ausgeschieden werden. Dieß findet Statt, eben sowohl wenn sie in Selbstgährung übergehen, als wenn sie mit Zusatz von Hefe in Gährung versetzt werden. Sowohl der klebrige Schaum als der Bodensatz besitzen die für den Zymotechniker sehr wichtige Eigenschaft, daß sie einer andern zuckerhaltigen Flüssigkeit oder Zuckerlösung zugesetzt, diese wieder schnell in den gleichen Zersetzungsproceß, in die geistige Gährung versetzen.

Diese Substanz ist unser gemeines, gährungerregendes Mittel, die im gewöhnlichen Leben so-

genannte Hefe. Hat man solchen Flüssigkeiten zur Erregung der Gährung Hefe zugesetzt, so beträgt die Menge der neu gebildeten Hefe vielmal mehr als erstere, und darauf beruht die Vermehrung und Regenerirung derselben. Hat man dagegen Auflösungen reinen Zuckers im Wasser durch Zusatz von Hefe in Gährung gebracht, so wird dabei keine neue Hefe gebildet; im Gegentheil, die zugesetzte Hefe wird zersetzt, gewissermassen consumirt, und hat man davon nicht zu viel angewendet, so büßt sie ihre gährungserregende Kraft vollkommen ein; außerdem bleibt etwas wirksame Hefe unverändert. Das zersetzte Hefenquantum steht also in diesem Falle mit der zersetzten Zuckermenge in Proportion.

b) Ammoniak. Aus jeder gegohrenen Flüssigkeit, aus Wein, aus Bier, entwickelt sich beim Kochen mit fixen Alkalien Ammoniak. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile dieser Flüssigkeiten haben den Stickstoff zu dessen Bildung geliefert. Bei der Gährung reinen Zuckers mit Zusatz von Hefe ist es diese, welche den Stickstoff zur Ammoniakbildung hergibt. Die dabei zersetzte Hefe enthält keinen Stickstoff mehr. Das Ammoniak verbinde sich mit der nebenbei entstandenen Milchsäure; die gegohrene Flüssigkeit enthalte milchsaures Ammoniak (Dumas). Indessen wurde bereits bemerklich gemacht, daß diese Ammoniakentwickelung noch nicht beweis't, daß das Ammoniak schon fertig gebildet in der gegohrenen Flüssigkeit enthalten sei; es kann vielmehr erst das Product der Einwirkung des ätzenden Alkali auf eine stickstoffhaltige Substanz sein, die sich in derselben befindet, wodurch Meißner's Ansicht von der Zusammensetzung des Trauben- und Malzweins Bestätigung fände.

Je nach der Art der Ausscheidung der Hefe aus der gährenden Flüssigkeit unterscheidet man mehre Arten davon, nämlich:

Oberhefe,
Bodenhefe und
Unterhefe.

Die ersteren beiden werden bei der Obergährung, die letztere wird bei der Untergährung erzeugt. Man muß ferner nach Art der Flüssigkeit, aus welcher die Hefe ausgeschieden wird, davon unterscheiden:

Weinhefe (aus dem Traubensafte),
Bierhefe (aus gehopften gekochten Flüssigkeiten),

Branntweinmeischhefe (aus ungekochten ungehopften Flüssigkeiten).

Jede dieser Hefenarten hat ihre besondern Eigenschaften, wovon später am geeigneten Orte die Rede sein wird.

Es wurde schon bemerkt, daß die neue Hefe aus gewissen Bestandtheilen der süßen gährbaren Flüssigkeiten gebildet werden müsse und durch den Proceß der geistigen Gährung aus denselben als unlöslich ausgeschieden werde. Davon soll später noch umständlicher gesprochen werden, bis von der geistigen Gährung der betreffenden Flüssigkeiten gehandelt werden wird. Vorerst sollen noch die Umstände betrachtet werden, welche im Allgemeinen auf die Wirkung der Hefe Einfluß nehmen.

C. Aus den Gährungsproducten.

a) Eine flüchtige, riechende Substanz, die man je nach der ursprünglichen Beschaffenheit der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit einestheils Äther, anderntheils Fuselöl nennt, und welcher sowohl die gegohrene Flüssigkeit als das daraus gewonnene alkoholhaltige Destillat gewisse Eigenthümlichkeiten verdankt.

b) Essigsäure. Obwohl die Entstehung dieser Säure nur einer weitern Umwandlung des bereits gebildeten Alkohols zugeschrieben werden muß, so tritt sie doch immer bald in größerer, bald in geringerer Menge als Nebenproduct bei der geistigen Gährung auf, indem sie in allen gegohrenen alkoholhaltigen Flüssigkeiten ohne Ausnahme vorkommt und bei der Destillation derselben in dem Destillate nachgewiesen werden kann. Da sie aus Alkohol entsteht, so vermindert sie die Ausbeute an diesem aus dem Zucker, und es nimmt aus diesem Grunde ihre Bildung die Aufmerksamkeit des Zymotechnikers mehrfach in Anspruch.

Mittel, welche die Gährung befördern, mäßigen oder unterdrücken.

Die geistige Gährung kann sowohl durch Anwendung gewisser Mittel als durch eine besondere Behandlung der gährenden Flüssigkeit verstärkt, vermindert oder ganz aufgehoben, und dadurch befördert, geschwächt oder unterdrückt werden.

Die Mittel, welche die Gährkraft der Hefe verstärken, die Gährung beschleunigen so wie die Vergährung befördern, sind:

1) Erhöhung der Temperatur der gährenden Flüssigkeit, indem die Gährung bei höherer Temperatur derselben einen schnellern Verlauf nimmt und oft einen bessern Erfolg zeigt. Aber diese Temperaturserhöhung hat ihre Grenzen, da bei zu hoher Temperatur nicht nur mehr Alkohol verdunstet, sondern auch die Verwandtschaft zwischen dem gebildeten Alkohol und dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft thätiger wird, und so eine Essigbildung entsteht, wodurch nicht nur wieder die Menge des Alkohols verkleinert, sondern auch das Gährungsproduct verunreinigt und als Getränke dessen Haltbarkeit vermindert wird.

2) Eine größere Menge zur Erregung der Gährung verwendeter Hefe, wodurch selbst bei niedrigerer Temperatur ein schnellerer Gährungsverlauf und zugleich eine vollständigere Vergährung bewirkt wird. Beides ist für die Bierbrauerei und Branntweinbrennerei besonders wichtig.

3) Ein größerer Verdünnungsgrad der gährenden Flüssigkeit von nicht unter 10 und nicht über 20 pCt. ursprünglichem Zuckergehalt derselben. Verdünntere zuckerhaltige Flüssigkeiten vergähren im Ganzen vollständiger als concentrirtere; allein häufig bestimmen andere Rücksichten, als bloß allein die Vollständigkeit der Vergährnng, die anzuwendende Concentration der zu gährenden Flüssigkeiten. Dünnere gährende Flüssigkeiten werden viel leichter sauer als concentrirtere.

4) Die Imprägnirung der Flüssigkeit mit Kohlensäure, ein geringer Zusatz von Pflanzensäuren oder pflanzensauren Salzen (Weinstein), von Kochsalz, von doppelt kohlensauren Salzen (Kali, Natron, Kalk), besonders aber von kohlensaurem Ammoniak, befördern die Gährung; letzteres wirkt vorzüglich kräftig auf die Nachgährung.

5) Vollständige Berührung der Hefe mit der gährenden Flüssigkeit, daher Einrühren der bereits ausgeschiedenen Hefe in die Flüssigkeit. Besonders wirksam zeigt sich ein Aufrühren der Bodenhefe bei der Nachgährung der Malz-Kartoffel-Stärkmehl-Biere, und ebenso bei der Nachgährung der Malzbiere (Umwälzen der Bierfässer), wodurch sowohl der Hefenausstoß als die Klärung des Biers befördert wird.

6) Zusatz von solchen Stoffen in die gährbare Flüssigkeit,

welche Bestandtheile der Hefe sind und zur vermehrten Bildung derselben beitragen können, wenn sie in derselben gefehlt haben sollten.

7) Die Anwendung einer vollkommen ausgereiften Hefe aus einer vollständiger vergohrenen Flüssigkeit, welche neu gebildete Hefe ausgeschieden hat.

Die Mittel, welche die Gährkraft der Hefe zerstören und die Gährung unterdrücken, sind:

1) Völliges Austrocknen der Hefe, daher auch

2) Übergießen derselben mit starkem Weingeist, welcher ihr das Wasser entzieht, aber auch gewisse Stoffe daraus auflöst.

3) Zerreiben der Hefe auf einem Reibstein, wodurch ihre Structur vernichtet wird. (Lüddersdorff).

4) Kochen der Hefe im Wasser oder Kochen der gährenden Flüssigkeit. Je länger dieß dauert, desto vollkommener wird die gährungserregende Kraft der Hefe vernichtet; nach 10 Minuten langem Kochen bleibt wenig mehr derselben übrig.

5) Solche Körper, welche die Hefe und die Hefe bildenden Substanzen auflösen und dabei verändern, wie die ätzenden fixen Alkalien und das kohlensaure Kali und Natron; sie hindern die Bildung sowohl als die Ausscheidung der Hefe aus der Flüssigkeit, welche gähren soll, und dadurch die Gährung, da die Hefe vorzüglich nur im ausgeschiedenen unlöslichen Zustande wirksam ist.

6) Körper, welche mit der Hefe Verbindungen eingehen und dadurch entweder ihre Natur ändern oder wenigstens ihre Cohäsion vermehren, so daß die Hefe nicht mehr in so feiner Zertheilung auf die Flüssigkeit wirken kann. Es steht nämlich ihre Wirksamkeit bei der Gährung mit ihrer feinen Vertheilung in Beziehung.

Solche Körper sind: Säuren (besonders die mineralischen), Salze (besonders Metallsalze), harte Wässer, Gerbestoff, die flüchtigen schwefelhaltigen Öle (Senf- und Meerrettigöl), die sich theils mit der Hefe verbinden, theils dieselbe consistenter machen. Nach Braconot verhinderte $1/_{726}$ Chlorkalk, in die gährende Flüssigkeit gebracht, gänzlich die Gährung; salpetrige und schweflige Säure wirken ähnlich, und selbst Schwefelblumen verhindern den Fortgang der Gährung.

Am kräftigsten wirken hierbei Quecksilber-Sublimat und

weißer Arsenik, von welchen nur $^1/_{4000}$ zum Traubensaft gemischt, dessen Gährung verhindert.

Schwefelsäure, Salzsäure in geringer Menge, Kampher, Terpentinöl, Quecksilber, Phosphor wirkten nicht die Gährung verhindernd.

Überhaupt hindern solche Stoffe die geistige Gährung, welche dem Vegetationsprocesse und der Fäulniß entgegen-, also giftig oder antiseptisch wirken. Umstände, welche die Vegetation befördern, sind auch der geistigen Gährung förderlich.

Zu den Mitteln, welche die Gährkraft der Hefe vermindern und die geistige Gährung mäßigen, gehören:

1) Alle Mittel, welche die Gährung unterdrücken, wenn sie in geringerer Menge angewendet werden, wozu vorzüglich die schweflige Säure gehört, welche dazu häufig gebraucht wird. Beim Schwefeln des Mostes hindert sie die Oxydation des Ferments, die Bildung und Ausscheidung von Hefe, indem sie selbst, so lange etwas von ihr vorhanden ist, sich des Sauerstoffes der Luft bemächtigt und dadurch allmählig in Schwefelsäure übergeht.

2) Absonderung der Hefe durch Filtration oder Decantation von der gährenden Flüssigkeit. Je vollkommener hierbei die Klärung der Flüssigkeit erfolgt war, desto vollständiger wird die Gahrung unterdrückt; jedoch gibt sich nach längerer Zeit immer noch ein Fortschritt der Gährung zu erkennen.

3) Erniedrigung der Temperatur der gährenden Flüssigkeit durch äußere Abkühlung oder durch Zusatz von kaltem Wasser, von Schnee und Eis. Je mehr dieß geschieht, desto mehr wird die Gährung gehemmt.

4) Anwendung einer geringern Menge von Hefe zur Erregung der Gährung; aber dann erfolgt die Vergährung aus Mangel an Hefe häufig unvollständig.

Löset man in 85 Gewichtstheilen Wasser 15 Gewichtstheile Zucker auf, setzt man dieser Zuckerlösung 4 Gewichtstheile etwas ausgewaschene, dickbreiige, gute Bierhefe hinzu, rührt man diese gut ein, und bringt man die 15° R. warme Flüssigkeit selbst bei abgehaltenem Luftzutritte an einen Ort, dessen Temperatur ziemlich constant und jener der Flüssigkeit nahe ist (14 bis 16° R.), so tritt sehr bald der Gährproceß ein; es entsteht eine innere Bewegung in der Flüssigkeit; Gasentwickelung beginnt und währt bis zur Beendigung der Gährung unaufhörlich, jedoch

im steigenden und abnehmenden Grade fort. Fängt man dieses Gas auf und prüft es, so findet man, daß es kohlensaures Gas ist. In dem Maße, als sich dieses entwickelt, bildet sich in der Flüssigkeit Alkohol. Ist die Gährung endlich beendet, so läßt die Bewegung in der Flüssigkeit nach und hört endlich ganz auf; die Flüssigkeit klärt sich und ein weißer Bodensatz setzt sich in derselben ab.

Die Veränderungen, welche der Zucker, die Hefe und die Flüssigkeit durch diesen Proceß erleiden, sind:

1) Eine vollständige Zersetzung des Zuckers, wenn genug Hefe angewendet worden war.

2) Eine Zersetzung der angewendeten Hefe. War nicht zu viel Hefe angewendet worden, so wird sie vollständig zersetzt; etwa die Hälfte ihres Gewichtes bleibt als ein weißer Bodensatz zurück, der sich wie Pflanzenfaserstoff verhalten soll. Acht Gewichtstheile Zucker bedürfen beiläufig 1 Gewichtstheil dickbreiige Hefe (im Großen), um vollständig zersetzt zu werden. (Im Kleinen mehr davon.) Die so zersetzte Hefe besitzt keine gährungserregende Kraft mehr.

3) Es entstehen der zersetzten Zuckermenge proportionale Quantitäten Alkohol und

4) kohlensaures Gas, welche zusammen im Gewichte nahe ebensoviel betragen, als das Gewicht der zersetzten Zuckermenge. Ferner bildet sich dabei noch aus dem Zucker:

5) Milchsäure, welche in der gegohrenen Flüssigkeit von Dumas nachgewiesen wurde.

6) Aus dem Stickstoff des Ferments (in dem zersetzten findet sich kein Stickstoff mehr) bildet sich Ammoniak, welches, mit der Milchsäure verbunden, als milchsaures Ammoniak in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt.

7) Aus einem kleinen Antheil Alkohol entsteht Essigsäure, welche bei der Destillation der gegohrenen Flüssigkeit in's Destillat übergeht und dessen saure Reaction bedingt.

8) Die Temperatur der gährenden Flüssigkeit steigt ziemlich schnell auf ein gewisses Maximum, und nimmt von da an langsam wieder ab, was aber nur bei größern Massen gährender Flüssigkeiten wahrnehmbar ist.

9) Auf der Oberfläche der gährenden Flüssigkeit bildet sich ein Schaum, welcher bis zu einer gewissen Höhe steigt und von da an wieder zusammensinkt.

10) Das Volumen der Flüssigkeit hat sich etwas vermindert.

11) Ihr absolutes Gewicht hat um ebensoviel abgenommen, als sich kohlensaures Gas aus derselben entwickelt hat.

12) Ebenso hat sich ihre Dichte fortschreitend um ein Bedeutendes vermindert.

Die Erscheinungen und Veränderungen unter 8 bis 12 dienen zur Beobachtung des Gährungsverlaufes und zur Ermittelung des endlichen Gährungerfolges der Flüssigkeit.

Bei der Beurtheilung des Verlaufes und Erfolges der geistigen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten hat man daher vorzüglich folgende Momente zu beachten, als:

1) Den dabei vorgehenden chemischen Proceß;

2) Das Steigen und Fallen der gährenden Flüssigkeit in den Gährgefäßen;

3) Die Zunahme und Abnahme der Temperatur derselben im Verfolge des Gährungsfortganges;

4) deren absolutes Gewicht und seine Verminderung durch den Gährproceß;

5) deren Rauminhalt und dessen Abnahme während des Gährungsverlaufes.

Wenn die gegohrenen Flüssigkeiten als soche und nach einer gewissen Behandlung derselben mit dem Sacharometer auf ihre Anzeigen an diesem Instrumente geprüft werden, so stellen sich zwischen den Sacharometer-Anzeigen der ungegohrenen zuckerhaltigen, der gegohrenen alkoholhaltigen und zwischen denen der letzteren, nachdem sie durch die bemerkte Behandlung verändert worden, constante proportionale Beziehungen heraus. Die Lehre davon nennt man die Attenuationslehre. Sie ist die mathematische Basis der Gährungschemie, und eben so wichtig für die Wissenschaft derselben als für die Praxis der Gährungsgewerbe.

Wir haben deßhalb noch weiters zu beachten:

6) Die Concentration oder den Zuckergehalt der, der geistigen Gährung unterworfenen zuckerhaltigen Füssigkeit;

7) Die Dichte derselben und deren Abnahme während des Gährungsverlaufes, oder die scheinbare Verdünnung (Attenuation).

8) die sich bei einer gewissen Behandlung der gegohrenen Flüssigkeiten herausstellenden proportionalen Beziehungen, oder die Attenuationsgesetze;

9) Die Beurtheilung des Gährungsverlaufes aus der fortschreitenden scheinbaren Attenuation;

10) Die Bestimmung der Menge der dabei gebildeten Producte aus den ermittelten Attenuationsverhältnissen so wie der Bestandtheile und Zusammensetzung der gegohrenen Flüssigkeit;

11) die Zurückführung der gegohrenen Flüssigkeit je nach ihrer Zusammensetzung oder nach ihren Bestandtheilen auf den ursprünglichen Zuckergehalt (Gesammtgehalt) der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit.

Diese mannichfaltigen Momente, auf welche man bei dem Gährprocesse zuckerhaltiger Flüssigkeiten zu achten hat, sollen hier einer umständlichen Betrachtung unterzogen werden, ohne sich jedoch streng an die vorn aufgestellte Ordnung derselben zu halten, was wegen des Ineinandergreifens mehrer derselben nicht wohl thunlich ist.

Vor Allem andern aber ist es nothwendig, vorerst den chemischen Proceß der geistigen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten kennen zu lernen, so viel dieß dem jetzigen Standpuncte der Wissenschaft und Erfahrung gemäß möglich ist.

Der bei der geistigen Gährung vorgehende chemische Proceß.

Über das Wesen der geistigen Gährung oder über die eigenthümliche Kraft, welche dabei wirksam ist, fehlt uns zur Zeit noch vollkommene Gewißheit. So viel dieser Proceß bis jetzt auch studirt worden ist, so hat man sich darüber doch noch nicht einigen können; daher die verschiedenen Ansichten, die man darüber aufgestellt hat. Im Folgenden soll eine Übersicht derselben gegeben werden, wobei die ältern Ansichten davon, als der Geschichte verfallen, füglich übergangen werden können.

Die jetzt noch herrschenden und vertheidigten Ansichten über den Gährproceß sind folgende, und zwar betrachtet man ihn

1) als einen rein chemischen Proceß, bedingt durch die chemische Einwirkung der Hefe auf den Zucker (Trommsdorff, Meißner);

2) als einen galvanischen Zersetzungsproceß, bedingt durch

den Dualismus der Erreger bei Vorhandensein eines flüssigen Leiters (Schweigger, Colin, Kämtz, Kölle);

3) als einen Vegetationsproceß, wobei die neu gebildete Hefe die entstandene Pflanze (Zuckerpilz) ist (Erxleben, Cagniard-Latour, Schwann, Kützing, Quevenne, Dumas, Mitscherlich, Mulder);

4) für einen katalytischen Proceß (Berzelius);

5) für die Wirkung gewisser stickstoffhaltiger, in fortwährender Zersetzung oder Umsetzung ihrer Elemente begriffener Körper (der Hefe), welche bei der Berührung mit Zucker diesen ebenfalls in den Kreis der Zersetzung mit hineinziehen und so sein Zerfallen in Alkohol und Kohlensäure bedingen; man könnte diese Erscheinung mit Ansteckung und deren Ursache mit Ansteckungskraft bezeichnen (Leuchs, Löwig, Liebig).

Diese verschiedenen Ansichten über den Gährproceß sollen nun hier erörtert werden.

Ad 1) Meißner betrachtet die organischen Stoffe gebildet durch paarweise Vereinigung gleichhoch zusammengesetzter, längst bekannter unorganischer Verbindungen, als deren Factoren am häufigsten das Wasser und die sämmtlichen Carbonoxyde und Carbonhydroide, seltener die Azotoxyde und Azothydroide anzutreffen sind. Der Zucker wäre nach dieser Ansicht carbonsaures Carbonsubhydroidulhydrat. Es lasse sich nun bei dem Umstande, daß bisher weder der reine Wein noch das Ferment frei von allen fremden Beimengungen dargestellt und analysirt werden konnten, keine durch das Experiment erwiesene Erklärung geben; allein aus allen Nebenumständen werde man veranlaßt, mit hoher Wahrscheinlichkeit zu folgern: daß aus dem Ferment oder doch aus einigen Bestandtheilen desselben durch Wasseraufnahme ein Fermenthydrat ensteht, sich als solches mit dem Carbonsubhydroidulhydrat des Zuckers verbindet und aus diesem Grunde die Carbonsäure ausgeschieden wird, wonach also der reine Wein aus Fermenthydrat und Carbonsubhydroidulhydrat zusammengesetzt sei. Der reine Wein wäre demnach eine Verbindung von Alkohol, Ferment und Wasser, enthalte Carbon, Hydrogen, Oxygen und Azot, und sei von dem Alkohol wohl zu unterscheiden. Er bestehe aber nur durch schwache Verwandschaft und sei ungemein zersetzbar, z. B. durch bloße Erhitzung, wobei sich der Alkohol aus der Verbindung lostrennt und überdestillirt.

Diese Ansicht sei wenigstens mit allen Erscheinungen und selbst mit der Zersetzung des Weins im Einklange; sie erkläre zugleich durch die Bildung einer Verbindung von geringerer Wärme-Capacität die Entstehung der freien Wärme im Verlaufe des Gährprocesses, und werde, sobald sie erwiesen ist, den reinen Wein in die Reihe der azothaltigen indifferenten organischen Substanzen versetzen.

Man sieht, daß diese Ansicht vom Gährprocesse die Erfolge der geistigen Gährung bloß der chemischen Verwandschaft, der chemischen Einwirkung des Ferments auf den Zucker zuschreibt. Das Ferment sei erst im 400fachen Gewicht Wasser löslich, und diese geringe Löslichkeit desselben sei die Ursache, daß die geistige Gährung nur langsam vor sich geht, so wie, daß man sich von der Weingährung sehr abenteuerliche Vorstellungen gemacht habe.

Das nächste Product der geistigen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten ist nach Meißner der junge Wein (Zuckerwein, Traubenwein, Malzwein); er besteht aus Carbonsubhydroidulhydrat (Alkohol) und Fermenthydrat (eine stickstoffhaltige Substanz, Proteinverbindung?). In der That bleibt eine solche Substanz im Rückstande, wenn man den Alkohol aus dem Weine abdestillirt. Döbereiner hat in allen gegohrenen alkoholhaltigen Flüssigkeiten einen Stickstoffgehalt nachgewiesen; er hat ihn in Form von Ammoniak daraus dargestellt. Döbereiner hat hieraus nur den etwas übereilten Schluß gezogen, daß das Ammoniak, als solches, einen nie fehlenden Bestandtheil der gegohrenen Flüssigkeiten ausmache. Wenn man aber auf die Methode zurücksieht, mittelst welcher dasselbe von Döbereiner aus den gegohrenen Flüssigkeiten ausgeschieden wurde, so wird es klar, daß dadurch die Präexistenz des Ammoniaks in Wein, Bier ꝛc. keineswegs erwiesen ist. Der Ammoniakgehalt in diesen Flüssigkeiten wurde nämlich auf die Art bestimmt, daß die gegohrenen Flüssigkeiten unmittelbar, oder dieselben auch bis zu einem gewissen Grade abgedampft mit Ätzkali gekocht wurden. Nun hat man aber neuerer Zeit gefunden, daß ätzende fixe Alkalien aus allen stickstoffhaltigen Substanzen beim Kochen damit Ammoniak entbinden, ohne daß dessen Präexistenz in denselben nachgewiesen worden wäre, so daß man annehmen muß, es werde aus den Elementen dieser Substanzen durch Einwirkung des Alkali erst gebildet und entwickelt. Hiernach erscheint das Vorkommen des Ammoniaks in den gegohrenen geistigen

Flüssigkeiten mindestens zweifelhaft und könnte hierdurch Meißner's Ansicht vom Gährprocesse wohl eine Stütze mehr finden, wonach der klare reine Wein als unmittelbares Product der geistigen Gährung eine stickstoffhaltige Substanz in seiner Mischung enthalte.

Um die hier vorkommende chemische Sprache zu fassen, muß man Meißner's „Neues System der Chemie" (Wien 1837) einsehen.

Nach Thénard, auf dessen Versuch sich gewöhnlich berufen wird, blieb von der frischen Hefe, die zur Gährung einer Lösung von gemeinen Zucker verwendet wurde, die Hälfte ihres Gewichtes einer weißen, sich wie Pflanzenfaser verhaltenden stickstofffreien Masse zurück. Da sich nun bei der Gährung bloß eine der zersetzten Zuckermenge proportionale Menge von kohlensaurem Gase entbindet, so muß ein Antheil der Hefe, und zwar gerade der stickstoffhaltige, in der gegohrenen Flüssigkeit verblieben und in Auflösung übergangen sein; er muß sich im Zuckerweine finden, und dieser ist es, welcher zu der Entwickelung von Ammoniak beim Kochen des Zuckerweins mit Ätzkalilauge das Materiale liefert. Dumas, welcher in dem Rückstande von der Zersetzung des gemeinen Zuckers durch die Gährung auch Milchsäure fand, gibt an, daß sie darin mit Ammoniak verbunden sei; allein dieser Rückstand reagirt sehr sauer, ist daher wenigstens nicht vollkommen mit Ammoniak neutralisirt, und die Präexistenz des Ammoniaks darin dürfte hier wie vorn in Zweifel gezogen werden müssen.

Die Bildung der neuen Hefe bei der Selbstgährung der Frucht- und Pflanzensäfte erklärt Meißner durch die Abscheidung eines Antheils durch Oxydation gebildeten Ferments, welches sich nicht mit dem Alkohol zu Wein verbindet, und die Bildung der neuen Hefe bei der durch Hefenzusatz erregten Gährung der Bierwürzen und Branntweinmeischen erklärt Meißner dadurch, daß die in denselben aufgelösten Proteinverbindungen (Bestandtheile aus dem Kleber) schon fertiges Ferment enthalten, welches in der Bierwürze rc. mittelst des Zuckers aufgelöst ist, und also, wenn der Zucker durch das zur Erregung der Gährung hinzugesetzte Ferment im Malzwein und kohlensaures Gas zersetzt wird, als Fermenthydrat herausfalle, wofür auch der Umstand spreche, daß die Hefe mit viel Zucker in den flüssigen Zustand (Döbereiner's Hefensirup) übergehe.

Der Umstand, daß der gemeine und Krümelzucker ein ihrer zersetzten Menge proportionales Quantum Hefe zur Alkoholbildung erfordern, dann daß bei der Gährung solcher Flüssigkeiten, aus welchen sich während des Gährungsverlaufes neue Hefe abscheidet, deren Menge mit der des gebildeten Alkohols und jener des zersetzten Zuckers in Proportion steht — in dem Maße nämlich, als der Zucker zersetzt wird, fällt das Ferment aus der gährenden Würze, welches nur durch den Zucker in der Auflösung erhalten war, heraus —, was mit der Erfahrung vollkommen im Einklange ist, würde auf eine constante stöchiometrische Beziehung hindeuten und ebenfalls für Meißner's Gährungstheorie sprechen.

Trommsdorff *) sagt über diesen Proceß: Alle organische Körper sind weniger beständig und mehr der Veränderung unterworfen als die unorganischen. Fast alle organische Körper sind Zusammensetzungen von drei, vier oder mehr Elementen, die in der Verbindung einander das Gleichgewicht halten; aber verschiedene Umstände bewirken eine Störung dieses Gleichgewichtes, die Verwandschaften der Elemente zu einander werden thätig und die zusammengesetztern Verbindungen lösen sich in mehre einfache auf; endlich erfolgt eine mehr oder weniger vollkommene Zersetzung des Körpers.

Nach Fourcroy soll bloß die Heterogenität des zugesetzten Körpers unter günstigen Umständen eine solche Störung des Gleichgewichtes bewirken und die geistige Gährung einleiten. Substanzen, die sehr geneigt seien, für sich in Gährung zu gehen, seien sehr geeignet, die Gährung anderer süßer Flüssigkeiten zu befördern. Man bediene sich daher als Gährungsmittel gewöhnlich solcher Materien, die schon in Gährung begriffen sind, der Hefe, des sogenannten Gäschtes.

Diese im Jahre 1802 ausgesprochene Ansicht vom Gährprocesse läßt uns zwar über die eigentliche dabei wirksame, die Gährung erregende Kraft im Dunkeln, allein man wird dabei unwillkührlich an den Galvanismus, an die Katalyse und an die Ansteckung erinnert, indem schon damals Trommsdorff etwas Ähnliches im Geiste vorgeschwebt zu haben scheint, und es wurde diese Theorie, welche mehre Erscheinungen beim Gährprocesse ganz unerörtert läßt, nur deßhalb hier aufgeführt,

*) Dessen „System. Handbuch der Chemie", 3. Band, S. 229. (Erfurt 1802).

weil sie gewissermaßen den Übergang zu der Betrachtung der folgenden macht.

Ad 2) Man hat den Gährproceß auch mit einem galvanischen verglichen. Viele haben dieser Ansicht gehuldigt und sie vertheidigt; gegenwärtig scheint man davon größtentheils abgekommen zu sein. Es wäre wohl ebenso schwer, einen ganz vollgiltigen Beweis dafür als dagegen zu finden, da alle chemische Processe von elektrischen begleitet sind und chemische Differenz mit elektrischer Polarität gleichbedeutend genommen wird. Die Bildung der neuen Hefe findet dadurch ebensowenig eine Erklärung, wie die Zersetzung derselben bei der Gährung gemeinen Zuckers.

Kämtz hat bewiesen, daß bei der Berührung von Hefe und gemeinem Zucker eine elektrische Spannung eintrete. Der Zucker wird negativ, die Hefe wird positiv elektrisch. Bei geschlossenen Ketten aus einem flüssigen und starren Körper wird der negativ elektrische zerlegt — hier der Zucker —, und er liefert dabei 2 Producte von entgegengesetzter Elektricität: die Kohlensäure, welche negativ, und den Alkohol, welcher positiv elektrisch ist. Ein geringer Säurezusatz vermehrt die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit für Elektricität und befördert dadurch die galvanische Zersetzung. Dasselbe findet Statt bei der geistigen Gährung durch einen geringen Zusatz von Pflanzensäuren, z. B. Weinsäure, Äpfelsäure, selbst Kohlensäure, zur gährenden Flüssigkeit, indem dadurch der Gährproceß verstärkt wird.

Wenn man die Gährungserscheinungen von Standpuncte der Elektrochemie betrachtet, so findet man Mehres, was für diese Ansicht sprechen würde, als: den Dualismus der Erreger; das Vorhandensein eines flüssigen Leiters; den Dualismus der Zersetzungs-Producte des Zuckers; die Beförderung des Gährprocesses durch wenig Pflanzensäuren, saure Pflanzensäfte, wenig Salz; die hindernde Wirkung von viel Salz, wobei dieses negativ elektrisch wird; die Zunahme der Temperatur bei der Gährung.

Man wollte mit dieser Ansicht vom Gährprocesse auch die Erfahrung in Einklang bringen, daß zur Zeit von Gewittern, wo die Atmosphäre und die Erdoberfläche (diese durch Vertheilung) elektrisch sind, die Gährung einen andern, oft ungünstigen Fortgang nehme, z. B. daß Bier leicht umschlägt, schal und

sauer wird; allein die dießfalls gemachten Beobachtungen sind nicht sehr zahlreich.

Ad 3) Schon Erxleben *) (1818) hält die Gährung zum Theil für einen Vegetationsproceß. In der neueren Zeit wurde diese Ansicht durch Cagniard-Latour und Schwann, Kützing, Quevenne, Mitscherlich und Mulder mehr ausgebildet und durch mikroskopische Beobachtungen der Hefe unterstützt. Man hat diese Ansicht auch in's Lächerliche zu ziehen gesucht. Ist die Hefe wirklich eine Pflanze, so steht dieser Erklärungsweise nicht die Fortpflanzung derselben, sondern bloß die Selbstgährung entgegen, durch welche die Hefe in einer gährbaren Flüssigkeit ohne Samen entsteht.

In der Natur gehen indessen viele Processe vor, die wir noch nicht zu erfassen vermochten, und da wir uns über die Entstehung der ersten Pflanzen keine naturwissenschaftliche Rechenschaft zu geben vermögen, sie aber doch entstanden sind und sich fortgepflanzt haben, so darf uns die Entstehung der Hefe, als Pflanze betrachtet, nicht so sehr in Erstaunen setzen, als die Natur gerade in den natürlich gährbaren Flüssigkeiten alle Umstände vereinigt haben kann, welche einer solchen Bildung günstig sind. Ist uns doch die Entstehung und das Wachsthum der Schwämme überhaupt noch sehr dunkel, die Hefe aber gerade ihrer Natur nach dieser Art von Vegetabilien beizuzählen!

Die Gährung der reinen Zuckerarten, wobei keine neue Hefe gebildet, sondern vielmehr Hefe consumirt oder zersetzt wird, ist jedenfalls verschieden von der Gährung solcher süßer Flüssigkeiten, in denen sich während der Gährung neue Hefe erzeugt.

Cagniard-Latour und Schwann haben in diesem Anbetrachte sowohl die Hefe als gährende Flüssigkeiten mehrfachen mikroskopischen Untersuchungen unterzogen, woraus hervorzugehen scheint, daß die Hefe eine Pflanze auf der niedersten Stufe der Organisation, ein Pilz ist, welchen Dr. Schwann in Berlin Zuckerpilz nennt, und der in eine zuckerhaltige gährbare Flüssigkeit gebracht, die ihm gewissermaßen zum Standorte, zur Basis dient, sich bedeutend vermehrt, regenerirt, und durch diese Vegetation in der Flüssigkeit, aus welcher er die zu seiner Bildung nöthigen Stoffe aufnimmt, das Zerfallen des in derselben gelösten Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bedingt.

---

*) Dessen „Güte und Stärke des Biers", S. 69 (Prag.)

Cagniard-Latour in Frankreich zieht aus seinen Untersuchungen über die Hefe folgende Schlüsse:

1) Die Bierhefe ist ein Haufwerk kleiner, kugelförmiger Körper, welche fähig sind, sich wieder zu erzeugen, zu reproduciren; sie sind folglich organischer Natur, und nicht bloß eine organische oder chemische Substanz, wie man annahm.

2) Diese Körper gehören zum Pflanzenreiche.

3) Sie wirken nur insofern gährungserregend auf eine Zuckerlösung, als sie im lebendigen Zustande sich befinden.

Aus Dr. Schwann's Beobachtungen hierüber heben wir Folgendes hervor:

a) Im ausgepreßten Traubensafte tritt eine sichtbare Gasentwickelung als Zeichen der entstehenden Gährung ein, bald nachdem die ersten Exemplare eines eigenthümlichen Fadenpilzes, den man Zuckerpilz nennen könnte, sichtbar geworden sind. Während der Dauer der Gährung wachsen die Pflanzen und vermehren sich der Zahl nach.

b) Wird Ferment, welches schon gebildete Zuckerpilze enthält (Wein- oder Bierhefe), in eine Zuckerauflösung gebracht, so treten die Erscheinungen der Gährung sehr bald ein; viel schneller, als wenn sich diese Pflanzen erst bilden müssen.

c) Gifte, die nur für Infusorien, nicht für niedere Pflanzen tödtlich sind, z. B. Extractum Nucis vomicae spirituosum, hindern die geistige Gährung nicht; Gifte, die für Thiere und Pflanzen tödlich sind, z. B. weißer Arsenik, hindern auch die Weingährung.

Der Zusammenhang zwischen der Weingährung und der Bildung der neuen Hefe — der Entwickelung des Zuckerpilzes — ist nicht zu verkennen, und es ist gewiß richtig, daß erstere durch ihre Bildung die Erscheinungen der Gährung veranlaßt. Die Hefe (der Zuckerpilz) enthält Stickstoff in ihrer Mischung; Stickstoff ist daher eine Bedingung zur Entstehung der Hefe, zum Leben und zur Fortbildung jener Pflanze. Die gährbaren Flüssigkeiten, welche neue Hefe bilden, enthalten aber solche stickstoffhältige Bestandtheile.

Die geistige Gährung würde man sich demnach vorstellen müssen als diejenige Zersetzung, welche dadurch hervorgebracht wird, daß der Zuckerpilz dem Zucker und einem neben ihm vorhandenen stickstoffhaltigen Körper die zu seiner Ernährung und zu seinem Wachsthume nöthigen Stoffe entzieht, wobei die nicht

in die Mischung der Pflanze übergehenden Elemente dieser Körper vorzugsweise sich zu Alkohol nnd Kohlensäure verbinden.

Aus dieser Erklärung ergeben sich die meisten, über die geistige Gährung gemachten Beobachtungen sehr natürlich. Namentlich wird dadurch der Umstand, daß die Menge der neu gebildeten Hefe mit der Menge des erzeugten Alkohols im Verhältnisse steht, sehr einfach erklärt. Dagegen findet bis jetzt die Zersetzung der Hefe bei der Gährung reinen Zuckers dadurch keine Erklärung. Dennoch hat diese Ansicht Vieles für sich. Die Bildung der neuen Pflanze nach deren Aussaat durch die Samenhefe (das Stellen mit Hefe), die Fortpflanzung und Vermehrung derselben, mithin der eigentliche Pflanzenbildungsproceß wäre dabei die Hauptsache, die neu gebildete Hefe daher das Hauptproduct; Alkohol und Kohlensäure wären Nebenproducte des Processes. Alle Einflüsse, welche demnach die Pflanzenbildung — die Hefenbildung — befördern, müssen auch die Alkoholmenge vermehren, und deßhalb steht die Menge der erzeugten neuen Hefe mit der Menge des gebildeten Alkohols im geraden Verhältnisse. Die verschiedenen Gährungsperioden, welche man dabei beobachtet, stellen die sich folgenden Vegetationsperioden, dar. Der Weinmost, die Malz- und Getreidewürzen wären daher der Boden, in dem die Hefe wächst. Die Oberhefe verhält sich zur Unterhefe, wie beim Getreide die Sommerfrucht zur Winterfrucht, und der Gährungscyclus der erstern ist dem Vegetationscyclus der letztern analog.

Nach **Mitscherlich** vermehrt sich die Oberhefe durch Knospenbildung; die Unterhefe scheine sich durch Sporen fortzupflanzen, indem bei dieser keine Verästelungen gebildet werden, sondern kleine Kügelchen in der Flüssigkeit isolirt wachsen. Wahrscheinlich sei es, daß bei der Unterhefe die Kügelchen platzen und ein granulöser Inhalt heraustrete; aus jedem Körnchen desselben bilde sich ein neues Hefekügelchen aus.

Die Hefe sei eine Pflanze, welche aus einfachen, höchstens 0.01 Millimeter großen Zellen bestehe, sich selbstständig zu vermehren und zu ernähren vermöge und nach **Desmacières** zu den Mycodermen gehöre. In Beziehung auf ihre Elementar-Zusammensetzung kommt sie am meisten mit den Proteinverbindungen überein, und auch in ihren chemischen Verhältnissen

gleiche sie denselben vollständig. Nach Mitscherlich besteht die ausgewaschene Hefe des Weißbieres aus:

C	=	47.0	Gewichts-Theilen,
H	=	6.6	"
A	=	10.0	"
S	=	0.6	"
O	=	35.8	"
		100.0	Gewichtstheile.

Außerdem enthält sie noch eine Spur Phosphor und fixer Basen.

Hefe, welche im Übermaße angewendet zur Zersetzung des Zuckers gedient hatte, enthielt nach Mitscherlich:

C	47.6,
H	7.2,
A	5.0.

Zersetzte Hefe, welche keine Gährung mehr veranlassen kann, enthält auch keinen Stickstoff mehr.

Mulder glaubt überzeugt zu sein, daß die Hefe eine aus isolirten Zellen bestehende Zellenpflanze sei. Die Pflänzchen seien Bläschen aus einer Substanz, welche sich den Eigenschaften und der Zusammensetzung nach der Zellensubstanz (Cellulose) nähert, aber durch Manches sich wieder davon unterscheidet. Ihre Zusammensetzung ist:

$$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}.$$

	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
C	45.01.	12.	44.92.
H	6.11.	20.	6.11.
O	48.48.	10.	48.97.

Stickstoff kommt darin nicht vor.

Diese Substanz ist in kaltem und kochendem Wasser unlöslich, gibt mit Salpetersäure kein Xyloidin, wird durch Salzsäure schnell in Humussäure verwandelt und lös't sich in einer concentrirten Kalilauge in der Kälte leicht auf. Ihre Zusammensetzung läßt sich durchaus nicht auf die der Zellensubstanz

$$= C_{24}\ H_{42}\ O_{21}$$

zurückführen.

In jenen Bläschen sei ein Proteinkörper eingeschlossen, welcher in kochendem Alkohol unlöslich und also kein Glutin ist, welcher von Essigsäure sehr leicht gelös't wird und also kein Albumin ist, und welcher von kochendem Wasser leicht so ver-

ändert wird, daß man ihn für ein Superoxyd von Protein halten kann, nämlich =

$$C_{40}\,H_{74}\,N_{10}\,O_{26} = C_{40}\,H_{62}\,N_{10}\,O_{12} + O_8 + 6\,H_2\,O.$$

	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
C	43.35.	40.	43.65.
H	6.56.	74.	6.59.
N	12.68.	10.	12.64.
O	37.41.	26.	37.12.

In den Bläschen ist übrigens das Protein in einem solchen Zustande enthalten, daß seine Zusammensetzung sich der des Fibrins, Albumins und Caseins nähert. Durch Essigsäure ausgezogen und durch kohlensaures Ammoniak gefällt, hat es nämlich eine den genannten Körpern gleiche Zusammensetzung.

C	54.35.	Gefunden.
H	7.04.	
N	16.03.	
O	22.58.	

Die Bläschen von der Zellensubstanz ähnlichem Stoffe, welche selbst zu der Gährung nicht das Mindeste beitragen, werden während der Fermentation von der Proteinverbindung exosmotisch durchdrungen; sie werden kleiner, ziehen sich zusammen und bleiben am Ende als zusammengeschrumpfte Kügelchen zurück. Die ausgedrungene Proteinverbindung, durch eine ungemein leichte Zersetzbarkeit — bei einem bestimmten Wärmegrade — charakterisirt, erleide sogleich eine Zersetzung und lasse nichts übrig, als Ammoniak und eine kleine Menge eines andern, extractartigen, noch nicht genau untersuchten Stoffes:

	C.	H.	N.	O.
Protein	40.	62.	10.	12.
Ammoniak	—	30.	10.	—
	C_{40}	H_{32}	—	O_{12}.

Die erste Ursache der ganzen Gährungserscheinung gehöre also der Wärme an, welcher Mulder das In-Bewegung-Setzen der Molecule zuschreibt. Es gebe, so wie für manche andere Körper, für die Proteinverbindung der Hefe eine Temperatur, bei welcher sie in Auflösung nicht mehr bestehen kann. Die Zersetzung pflanzt sich auf den Zucker fort; dieser verwandelt sich in Kohlensäure und Alkohol.

Hierbei wird besonders im Anfange eine kleine Menge Sauerstoff absorbirt. Diese Absorption sei indessen keineswegs die Ur-

sache, sondern vielmehr die erste Folge von der Zersetzung der Proteinverbindung.

Was von dem Hauptbestandtheile der Hefe gesagt sei, gelte auch von der Hefe selbst, nur daß die Zellenhäutchen der Hefekügelchen auf die Gährung ganz ohne Einfluß, vielmehr bloß Träger der Proteinverbindung sind und nach der Gährung als unlösliche Stoffe zurückbleiben.

Hierdurch verdanken wir Mulder eine genauere Untersuchung der Hefe. Die Theorie der Gährung wird aber dadurch noch keineswegs erschöpft, obwohl sich Mulder ganz deutlich für jene Ansicht ausspricht, wonach die Hefe eine Pflanze, der Gährungsproceß der hefebildenden Flüssigkeiten daher ein Vegetationsproceß ist.

Ob sich übrigens durch Zersetzung der Proteinverbindung bei der Gährung des gemeinen Zuckers wirklich Ammoniak gebildet hat, ist von Mulder ebensowenig als von Döbereiner nachgewiesen worden, und wir bleiben daher wieder auf dem Standpuncte stehen, auf welchen uns Meißner's Gährungstheorie versetzt hat, daß nämlich diese Proteinverbindung bloß eine chemische Verbindung mit dem Alkohol zu Zuckerwein eingegangen ist.

Die Untersuchung der Hefe von Mulder erklärt aber sehr gut die Beschaffenheit und Eigenschaften des Rückstandes von der Hefe nach ihrer gährungserregenden Wirkung auf den gemeinen Zucker, welcher sich wie Pflanzenfaser verhalten soll. Nach Mulder sind es die entleerten, der Cellulose ähnlich zusammengesetzten Bläschen der Hefekügelchen.

Auf den Schwefelgehalt der Hefe hat Mulder keine Rücksicht genommen.

Ad 4) Berzelius schreibt die bei der geistigen Gährung thätige Kraft einer eigenen Kraftäußerung zu, welche sowohl einfache als zusammengesetzte Körper, in starrer sowohl als in gelöster Form besitzen, indem sie auf zusammengesetzte Körper einen von dem der gewöhnlichen chemischen Verwandtschaft durchaus verschiedenen Einfluß ausüben, wobei sie in dem Körper, auf welchen sie einwirken, eine Versetzung der Bestandtheile in andere Verhältnisse hervorbringen, ohne daß sie selbst mit ihren Bestandtheilen nothwendig Theil an dem neuen Körper zu nehmen brauchten, wenn dieses auch bisweilen der Fall sein sollte.

Diese Kraft nennt Berzelius die katalytische Kraft der Körper, und die Zersetzung durch diese Kraft Katalyse, im Gegensatz von Analyse, womit man die Abscheidung der Bestandtheile der Körper mittelst der gewöhnlichen chemischen Verwandtschaft bezeichnet.

Die katalytische Kraft scheint daher eigentlich darin zu bestehen, daß Körper durch ihre bloße Gegenwart (Berührung) und nicht durch ihre Verwandtschaft Affinitäten zu wecken vermögen, welche ohne diese Gegenwart schlummern, so daß sich in Folge davon die Elemente in einem zusammengesetzten Körper in andern Verhältnissen ordnen, durch welche eine vollständige elektrochemische Neutralisation zuwege gebracht wird und neue Körper gebildet werden.

Berzelius glaubt nun mit großer Wahrscheinlichkeit, ohne in einen Irrthum zu verfallen, annehmen zu können, daß der Gährungsproceß eine Wirkung der katalytischen Kraft des Ferments auf den Zucker sei.

Dieser Erklärung vom Gährprocesse sind mehrere der neuern Schriftsteller über Zweige der Gährungschemie gefolgt.

Wenn man diese Ansicht näher betrachtet, so findet man bald, daß man die katalytische Kraft auch mit Contact-Elektricität übersetzen könne. Nach Faradey rührt nämlich die katalytische Wirkung nicht von einem bloßen Contact, sondern von einer elektrochemischen Action der in Conflict kommenden Körper her; aber sie erklärt nicht die Bildung neuer Hefe bei der Gährung solcher zuckerhaltiger Flüssigkeiten, welche hefebildende Bestandtheile enthalten, so wie auch nicht die Zersetzung der Hefe bei der Gährung reinen Zuckers.

Ad 5) Nach Liebig ist der Proceß der Gährung die Fäulniß eines stickstofffreien Körpers, d. h. eine Metamorphose, in welcher sich die Elemente eines zusammengesetzten Atoms, je nach ihren speciellen Anziehungen, zu festern, innigern Verbindungen ordnen. Sie wird bewirkt durch alle Körper, deren Elemente sich an und für sich in einem Zustande der Umsetzung befinden. Bei sehr zusammengesetzten stickstoffhaltigen Materien fängt die Fäulniß (Gährung) für sich bei Gegenwart von Wasser und einer erhöhten Temperatur an und dauert von selbst bis zur Zerstörung des Körpers fort; stickstofffreie hingegen bedürfen der Gegenwart eines in Fäulniß (Gährung) befindlichen stickstoffhaltigen Körpers. Der in Zersetzung begriffene Pflanzen-

leim, Kleber, das vegetabilische Eiweiß, die man im Allgemeinen mit Ferment bezeichne, eignen sich hierzu am besten; faulende thierische Stoffe jeder Art können dieselbe Zersetzung hervorbringen, (jedoch sehr unvollständig).

Die Gährung oder Fäulniß findet nur bei zusammengesetzten, organischen Atomen einer höhern Ordnung Statt. Das Verhalten dieser Verbindungen gegen alle darauf einwirkende Agentien zeigt, daß die Kraft, mit welcher ihre Elemente zu der eigenthümlichen Verbindung zusammengehalten sind, sehr schwach ist. Jeder darauf einwirkende Körper veranlaßt eine neue Ordnung dieser Elemente; es entstehen neue, zusammengesetzte Producte, welche selbst in einer und derselben Zersetzungsweise von einander verschieden sind. Man kann annehmen, daß die Atome dieser zusammengesetzten Körper, zu welchen die Zuckerarten gehören, nur durch das Beharrungsvermögen, durch die Trägheit zusammengehalten sind, daß jede Störung des Gleichgewichtes in der Anziehnng der Elemente eine neue Ordnung derselben bedingt. Zu diesen Störungen gehört auch der Einfluß, den ein in Zersetzung begriffener Körper auf einen andern ausübt, welcher der nämlichen Zersetzungsweise fähig ist. Das Ferment ist ein faulender Körper, dessen Atome sich in einer beständigen Umsetzung, in einer unaufhörlichen Bewegung befinden. Diese Bewegung theilt sich den Atomen des Zuckers mit, sie hebt das statische Moment in der Anziehung seiner Elemente auf; indem sie aufhören, in dem Zustande oder in der Ordnung zu beharren, in welcher sie Zucker bilden, vereinigen sie sich nach ihren speciellen Anziehungen. Der Kohlenstoff des Zuckers theilt sich in den Wasserstoff und Sauerstoff; es entsteht auf der einen Seite eine Kohlenstoffverbindung, welche den größten Theil des Sauerstoffs (Kohlensäure), auf der andern eine Kohlenstoffverbindung, die allen Wasserstoff enthält (Alkohol).

Diese Zersetzungsweise ist bei allen faulenden oder überhaupt bei allen in einer Metamorphose begriffenen organischen Körpern die nämliche, nur mit dem Unterschiede, daß die Producte je nach der Zusammensetzung der in Fäulniß begriffenen Materien wechseln.

Das Ferment, die Hefe, ist nach Liebig eine Substanz, deren eigene Elemente sich im Zustande der Umsetzung befinden; das Ferment verhalte sich in jeder Hinsicht wie ein in Fäulniß und Verwesung begriffener stickstoffhal-

tiger Körper. Die Hefe bringe daher Gährung hervor in Folge einer fortschreitenden Zersetzung, die sie bei Berührung mit der Luft und Gegenwart von Wasser erleidet. Mit der Verwandlung des gemeinen Zuckers in Alkohol und Kohlensäure ist ein Verschwinden des Ferments verknüpft. Von 20 Gewichtstheilen frischer Bierhefe und über 100 Gewichtstheilen Zucker erhielt Thénard nach vollendeter Gährung 10 Gewichtstheile unlöslichen Rückstand, welcher völlig wirkungslos auf frisches Zuckerwasser war und sich wie Pflanzenfaser (!) verhielt. Bei der Gährung reinen Zuckers mit Hefe erleiden daher beide neben einander eine Zerlegung, in deren Folge sie beide (?) verschwinden. Ist die Menge des Ferments im Verhältniß zu dem vorhandenen Zucker zu gering, so sei seine Fäulniß früher beendigt als die Metamorphose des Zuckers; es bleibt Zucker unzersetzt, insofern die Ursache seiner Metamorphose, nämlich die Berührung mit einem in Zersetzung begriffenen Körper fehlt. Ist die Menge des Ferments vorwaltend, so bleibt, indem seine Unlöslichkeit im Wasser an und für sich eine langsamere Zersetzung bedingt, eine gewisse Menge in Zersetzung begriffen zurück. Diese, in frisches Zuckerwasser gebracht, fährt fort, wieder Gährung zu erregen, bis sie selbst alle Perioden ihrer eigenen Metamorphose durchlaufen hat. Eine bestimmte Menge Hefe sei also erforderlich, um eine bestimmte Portion Zucker zur Vollendung seiner Metamorphose zu bringen; aber ihre Wirkung sei keine Massenwirkung, sondern ihr Einfluß beschränke sich lediglich auf ihr Vorhandensein bis zu dem Endpuncte hin, wo das letzte Atom Zucker sich zersetzt hat. (Liebig).

Obwohl nun die Erfahrung lehrt, daß eine bestimmte Menge Zucker ein gewisses Quantum Hefe zur Zersetzung erfordert, so scheint doch die ausgesprochene Ansicht nicht begründet, daß bei Anwendung von wenig Hefe auf viel Zucker die Hefe, und bei Anwendung von viel Hefe auf weniger Zucker der Zucker früher zersetzt sei; im Gegentheil halten immer die Zersetzung der Hefe sowohl als die des Zuckers gleichen Schritt mit einander, und wenn ein Überschuß des einen oder des andern angewendet wird, so muß dieser Antheil natürlich unzersetzt bleiben. Nach Liebig's Ansicht müßte ein Hefenpartikelchen nach dem andern in die Zersetzung eingehen, was ganz unwahrscheinlich ist. Es ist dagegen sehr wahrscheinlich, daß die ganze, zur Zersetzung des vorhandenen Zuckers erforderliche Hefenmasse (wenn genug

davon angewendet wurde) auf einmal in Zersetzung geräth, zur Vollendung derselben einer gewissen Zeit bedarf und während dieses Zeitverlaufes die Gährung des Zuckers vollendet. Dafür spricht auch der Umstand, daß der gemeine Zucker bei seiner Gährung mittelst Hefe zuerst in Traubenzucker umgewandelt wird, welche Umwandlung schon in der ersten Periode der Gährung vollendet ist.

Es wäre völlig unerklärlich, wienach eine kleinere Quantität Hefe ihre Fäulniß früher beendet haben sollte, als eine größere Menge derselben, wenn sie in beiden zu gleicher Zeit beginnt. Dieser Umstand kann daher nicht Ursache davon sein, daß der reine Zucker zu seiner völligen Zersetzung durch die Hefe ein bestimmtes Quantum derselben erfordert. Die Zersetzungen beider, der Hefe und des Zuckers, bedingen sich gegenseitig, so wie bei der Bildung neuer Hefe die Menge dieser und jene des zersetzten Zuckers sich proportional sind. Wendet man daher einen Überschuß von Hefe an, so bleibt dieser unverändert und fähig, eine neue Portion Zucker durch Gährung zu zersetzen.

Weiter sagt Liebig: aus den dargelegten Thatsachen und Beobachtungen ergebe sich demnach für die Chemie die Existenz einer neuen Ursache, welche ein in Zersetzung oder Verbindung begriffener Körper auf Materien ausübt, in denen die Bestandtheile nur durch eine schwache Verwandtschaft zusammengehalten sind; diese Thätigkeit wirke ähnlich einer eigenthümlichen Kraft, deren Träger ein in Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper ist — eine Kraft, die sich über die Sphäre seiner Anziehungen hinaus erstreckt.

Ähnliches wurde von Leuchs in seiner Braukunde (1831 S. 107) bereits vermuthet und von Löwig in seiner organischen Chemie angedeutet.

Die stickstoffhaltigen Bestandtheile des thierischen oder vegetabilischen Organismus sind es allein, welche, sich selbst überlassen, bei Gegenwart von Wasser und einer höhern Temperatur in Fäulniß übergehen. Die stickstoffhaltigen Materien sind demnach ausschließlich die Erreger von Gährung und Fäulniß bei vegetabilischen Substanzen.

Die Gährung stelle sich dar als ein Zersetzungsproceß, der bei mittlerer Temperatur im Innern einer Flüssigkeit zwischen den Elementen einer und derselben Materie vor sich geht.

Die Fäulniß sei ein Oxydationsproceß, an dem der Sauerstoff aller vorhandenen Materien Antheil nehme.

Die Verwesung sei der Act der allmähligen Verbindung der verbrennlichen Elemente der Körper mit dem Sauerstoffe der Luft, eine langsame Verbrennung.

Die Essigbildung sei eine Verwesung (Oxydation) des Alkohols unter Zutritt der Luft.

Verwesende und faulende Körper können sich in ihrer Wirkung gegenseitig ersetzen. Alle faulende Körper gehen bei ungehindertem Zutritte der Luft in Verwesung, alle verwesende Körper in Fäulniß über, sobald die Luft abgeschlossen wird. Ebenso sind alle verwesende Körper fähig, die Fäulniß in andern Körpern einzuleiten und zu erregen, auf dieselbe Weise, wie dieß von andern faulenden geschieht.

Die äußere verbreitetste Ursache und die allgemeinste Veranlassung zur Störung des Gleichgewichtes, in dem sich die Elemente organischer Substanzen befinden, ist die Atmosphäre, welche alle Körper umgibt. Sie nehmen Sauerstoff aus derselben auf. Dadurch wird das Gleichgewicht der Elemente in der Verbindung gestört, die Aufhebung des Zustandes der Ruhe veranlaßt, und der Übergang in den Zustand der Bewegung — der Zersetzung — vermittelt. Ist dieser einmal eingetreten, so bedarf es der Berührung mit der Luft, der Gegenwart des Sauerstoffes nicht mehr. Das kleinste Theilchen des sich umsetzenden oder zersetzenden stickstoffhaltigen Körpers wirkt, die Bewegung fortpflanzend, auf das neben ihm liegende; die Luft kann weiter abgeschlossen werden und die Gährung oder Fäulniß geht ununterbrochen bis zu ihrer Vollendung fort.

Enthalten die zuckerhaltigen gährenden Flüssigkeiten hefebildende, stickstoffhaltige Bestandtheile, die man gemeiniglich unter dem collectiven Namen Kleber begreift, so wird auch dieser in den Kreis der Zersetzung gezogen und dadurch als unlöslich aus der gährenden Flüssigkeit ausgeschieden, wodurch die neu gebildete Hefe entsteht. Unter allen in Zersetzung begriffenen stickstoffhaltigen Materien hat sie die größte Gährkraft, und ist daher am meisten und vor allen geeignet, als Gährungsmittel angewendet zu werden.

Die Oberhefe sei faulender, oxydirter Kleber, dessen Zustand der Fäulniß in den Elementen des Zuckers eine ähnliche Metamorphose hervorruft.

Die Unterhefe sei Kleber in dem Zustande der Verwesung; sie sei verwesender, oxydirter Kleber.

Ohne uns nun in eine weitere Erörterung über die von Liebig angenommene, die Gährung erregende Kraft einzulassen, die das Attribut eines in Zersetzung begriffenen Körpers sein soll, so muß bemerkt werden, daß sich nach dieser Ansicht von der wirkenden Gährkraft zwar mehre Gährungserscheinungen erklären lassen; Liebig zieht aber aus seiner Gährungstheorie in Absicht auf Wein- und Biergährung auch mehre Schlüsse, die mit der Erfahrung durchaus nicht im Einklange stehen und mit der genannten Gährungstheorie wesentlich zusammenhängen. Sie werden bei der Betrachtung der Wein- und Biergährung widerlegt werden.

Hiermit ist zu vergleichen, was Löwig im 2. Bande seiner „Chemie der organischen Verbindungen" (Zürich 1839) S. 553 unter dem Artikel „katalytische Kraft" sagt.

Mitscherlich hat die feuerfesten Bestandtheile der Hefe und des Bieres bestimmt. (Monatsbericht der Berliner Akademie 1845.)

Frische Unterhefe (trockene?) hinterließ beim Verbrennen 7.51 bis 7.66 pCt. Rückstand; darin waren an feuerfesten Bestandtheilen enthalten:

60.00 saures phosphorsaures Kali.	}	39.50 Phosphorsäure.
7.80 neutr. „ „	}	28.30 Kali.
22.60 phosphorsaure Bittererde		
9.70 phosphorsaurer Kalk.		
100.10.		

100 Gewichtstheile Bier, wovon diese Hefe gewonnen war, gaben 0.307 Asche, welche in 100 Gewichtstheilen enthielt:

20.0 Phosphorsäure.
40.8 Kali.
0.5 Natron.
20.0 phosphorsaure Bittererde.
2.6 phosphorsauren Kalk.
16.6 Kieselsäure.
100.5.

Frische Oberhefe von der Preßhefenbereitung gab 7.65 pCt. Asche, und diese enthielt in 100 Gewichtstheilen:

41.8 Phosphorsäure.
39.5 Kali.

16.8 phosphorsaure Bittererde ($2\ MgO\ P_2O_5$).
2.3 phophorsauren Kalk ($2\ CaO\ P_2O_5$).

100.4.

Diese Salze stammen vornehmlich aus der verarbeiteten Gerste (Getreide) und Hopfen und waren in der Würze im aufgelösten Zustande enthalten. Ein Theil davon geht in die Hefe über, der andere Theil derselben bleibt im Bier. Es fragt sich nun: ob diese unorganischen Bestandtheile zur Bildung der Hefe nothwendig sind oder nicht? welchen Einfluß sie darauf nehmen? ob, wenn in der Würze Mangel an solchen besteht, die Hefenbildung, mithin die Vergährung gehindert ist u. w.? und ob es Mittel gibt, durch welche man in derlei Fällen durch geeignete Zusätze jenem Mangel abhelfen kann? Daß es die in der Würze enthaltene freie Phosphorsäure ist, welche die Auflösung einiger der oben genannten, im Wasser unlöslichen Phosphate bedingt, dürfte angenommen werden können.

Es wird nothwendig sein, in der Folge auch den Extractgehalt sowohl als den Gehalt an unorganischen Bestandtheilen in der Würze, den erfolgten Vergährungsgrad des Biers und die Menge der ausgeschiedenen Hefe zu ermitteln, um daraus ersehen zu können, wie viel von jenen unorganischen Bestandtheilen aus der Würze in die Hefe übergeht, wie viel demnach davon im Bier verbleibt, und ob, wenn dieselben zur Bildung der Hefe durchaus nothwendig sind, davon noch so viel im Biere (oder in der Branntweinmeische enthalten bleiben, daß eine noch vollständigere Vergährung desselben möglich wird, was besonders bei der Branntweinmeische von großer Wichtigkeit ist.

Übrigens war der Gehalt an phosphorsauren Salzen in der Unterhefe und Oberhefe der Quantität und Art nach ziemlich gleich, nur in der relativen Menge zeigt sich eine Verschiedenheit, welche, da die geprüften Hefensorten nicht aus einerlei Würzen gewonnen waren, hier zur Aufstellung einer dießfälligen Differenz zwischen Ober- und Unterhefe noch keinen Anhaltspunct bieten kann.

Über die Natur der Hefe mit Rücksicht auf die Gährungserscheinungen hat Dr. Schloßberger (Liebig's Annalen, Bd. 51., S. 193) eine Untersuchung geliefert, welche wir hier auszugsweise mittheilen und wodurch im Wesentlichen die Resul-

tate bestätigt werden, welche Mulder bei einer ähnlichen Arbeit erhalten hat.

Schloßberger fand weder im chemischen noch im mikroskopischen Verhalten irgend einen sichern Unterschied zwischen Oberhefe und Unterhefe. Das Waschwasser der Hefe enthielt immer freie Säure, die Bestandtheile des Bieres und namentlich immer Ammoniaksalze. (Wie wurde die Gegenwart derselben ermittelt?) Die ersten alkoholigen Auszüge der Hefe enthielten Harz (aus dem Hopfen), einen bittern Stoff, flüssiges und festes Fett. Äther zog hierauf noch etwas gelbliches Öl aus. Die Hefe erscheint als Zelle. Kali oder Essigsäure zogen eine Materie aus, die sich wie die Proteinsubstanzen verhielt, hinterließen aber die Zellenmembran ganz unverändert; nur durch längeres Kochen mit starker Kalilauge konnte eine fast vollständige Lösung erhalten werden, aus welcher Säuren unverkennbar Schwefelwasserstoff entwickelten. Die gährungserregende Kraft war in dieser Hefensubstanz natürlich völlig erloschen; mit Wasser in offenen Gefäßen stehen gelassen, ging sie (die Hefe?) ziemlich langsam in stinkende Fäulniß über; es entwickelten sich darin unter allmäliger Zerstörung der Hefenzellen zahlreiche Infusorien, ohne daß es in mehren Versuchen gelungen wäre, durch die so faulende Substanz Zucker in Alkohol umzuwandeln.

Nach Schloßberger enthält die

	Oberhefe		Mit etwas Bier bei 10°R. eine Woche lang gestanden nur
C	50.05	49.84	
H	6.52	6.70	
N	11.84	12.44	9.14
O	31.59	31.02	
	100.00	100.00.	

	Unterhefe, 6 Tage gestanden:	
C	48.03	47.93
H	6.25	6.69
N	9.80	9.77
O	35.92	35.61.

Die Zellenmembran der Hefenkügelchen ist stickstofffrei. Die Asche, deren Menge oft bis 4 pCt. betrug, enthielt immer reichliche Mengen phosphorsauren Kalks und phosphorsaurer Bittererde, zuweilen auch Eisen und Spuren von Alkalien. Die Elementar-Analyse scheint die nicht constante Zusammensetzung der

Hefe zu erweisen, die an der Luft und in Berührung mit Wasser sich beständig verändert, und gewiß fast bei jeder Reinigung in einem verschiedenen Grade der Umsetzung aufgefaßt und fixirt werde. Der Schwefelgehalt der reinen Hefenzelle ist unbezweifelbar, aber sehr gering; bei der Gährung entwickelt sich jedoch kein Schwefelwasserstoffgas.

Die aus der kalischen Lösung mit Essigsäure oder Schwefelsäure gefällte Materie bestand im feuchten Zustande aus reinen weißen Flocken, ließ sich schwierig auswaschen, und war nach dem Trocknen spröde, hornartig, durchscheinend und gelb. Sie löste sich in Essigsäure vollkommen auf und wurde daraus durch gelbes und rothes eisenblausaures Kali gefällt; mit concentrirter Salzsäure wurde sie schön viollett, doch nie reinblau. Die bei 100° getrocknete Substanz war bernsteingelb; ihr Pulver wurde durch Erwärmen stark idioelektrisch; sie verbrannte fast ohne Rückstand, mit starkem Geruch wie verbranntes Horn. Schloßberger fand darin:

			C.
C	55.53	55.53	55.45
H	7.50	7.50	7.31
N	14.01	13.75	14.00
O	22.96	23.22	21.84 nebst etwas S und P.
	100.00	100.00	

Dieser Erfund stimmt nicht mit reinem Protein, das mehr Stickstoff enthält, sondern mit Mulder's Casein-Modification aus der Buttermilch (C). In dem analysirten Hefenkörper dagegen war schon, nach seiner Gewinnung zu schließen, kein Schwefel mehr vorhanden. Es bleibt unentschieden, ob der vergleichungsweise niedere Stickstoffgehalt eine Folge der geringen Ammoniakentwickelung ist, die schon sehr verdünntes Kali in der Kälte aus der Hefenzelle bewirkt, oder ob wir hier eine eigene Modification des Proteins vor uns haben.

Die Zellenmembran der Hefenzellen nähert sich in ihrem chemischen Charakter der Gruppe des Stärkmehls oder der Cellulose — ein Verhalten, das sehr für ihre Pflanzennatur spricht und sie von den thierischen Zellen fern rückt. Sie ist ausgezeichnet durch die Festigkeit, mit der sie selbst sehr energischen, chemischen Agentien widersteht. Concentrirte Kalilauge greift sie nur schwer an; nur concentrirte Mineralsäuren (aber nicht Salz-

säure) zerstören sie, dagegen ist Essigsäure ohne allen Einfluß darauf.

Die frische, feuchte Zellenmembran hat ein schmutzigweißes Ansehen; mit dem Mikroskop erkennt man darin deutlich die ausgewaschenen Bälge, aber diese selbst sind unversehrt; sie werden durch Jod reingelb, ohne Spur einer blauen Färbung. Getrocknet wird dieselbe hellgelb, sehr schwierig pulverisirbar, verbrennt ohne ammoniakalischen Geruch mit Hinterlassung einer oft rein weißen, oft etwas bräunlichen Asche, die 1 pCt. betrug.

Die Elementar-Analyse gab:

			Skelett der Flechten nach Heldt und Rochleder:
C	45.45	45.09	46.08
H	6.87	6.60	6.67
O	47.68	48.31	47.25.

Noch annähernder seien diese Resultate zu dem Skelett mancher holzartigen Schwämme, mit deren Untersuchung Schloßberger gegenwärtig beschäftigt ist.

Die Zellenmembran läßt sich, mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, in Zucker umwandeln.

Über den Ursprung der Hefenzellen wurden verschiedene Versuche angestellt, ohne ein entscheidendes Resultat zu gewinnen. In einem filtrirten, völlig klaren und mit Papier bedeckten Malzauszug, der frisch durchaus keine Zellen enthielt, fand sich nach mehren Tagen Trübung und entschiedene Bildung von Hefenzellen Nie gelang es Schloßberger, weder entschieden eine Knospenbildung, noch ein Platzen der Hefenzellen und Ergießen ihres Inhalts wahrzunehmen; ja es gelang Letzteres nicht einmal durch das Compressorium hervorzubringen. Die erste Entstehung dieser Zellen bleibt immer noch ein Räthsel, und die Frage der **generatio aequivoca** und immer noch stattfindenden Urzeugung ist vielleicht ihrer Entscheidung so fern als je; die Versuche von Schulze, Schwann und Helmholz scheinen zu beweisen, daß bei bloßem Zutritt von durchgeglühter Luft zu Fruchtsäften keine geistige Gährung und Hefenbildung entstehe, lassen aber noch viele Zweifel übrig. Zum Entstehen primärer Zellen gehören nach Schleiden stickstofffreie und stickstoffhaltige Substanzen, wie sich beide in allen Fruchtsäften finden. Der erste Anfang des Organischen ist nicht zu be-

stimmen. Die wirkliche Entstehung der Hefenzellen in geeigneten Flüssigkeiten und unter den günstigsten Verhältnissen scheint bis jetzt mindestens ebenso wahrscheinlich als die entgegengesetzte Theorie, die nur ihre Keime in jenen Flüssigkeiten den zur Entwickelung geeigneten Ort finden läßt; ebenso beruht vielleicht die Vermehrung der Hefe in gährungsfähigen Flüssigkeiten nicht auf der Multiplication der zugesetzten, sondern auf der fortdauernden Neubildung von Hefenzellen.

Noch ließe sich fragen: woher zunächst die Substanz der Zellenmembran herzuleiten sei, ob aus Zucker, ob aus Gummi, ob durch Zersetzung von Protein und Austreten von Ammoniak? Alle diese Fragen sind jetzt erst in aller Schärfe möglich und eine Aufgabe neuer Forschungen.

Über die Wirkungsweise der Hefe hat Schloßberger noch einige Versuche angestellt. Hefe, die seit etwa 24 Stunden in stinkende Fäulniß übergangen war, ließ sich durch Zuckerzusatz wieder darin hemmen, indem jetzt aller Geruch verschwand, sich bloß noch Kohlensäure entwickelte; wenn aber die Fäulniß schon länger gedauert hatte, schien der Zucker nicht mehr zersetzt zu werden, die Entwickelung übelriechender Gase dauerte fort.

Jedes Ferment scheint seine Phasen zu haben, in denen allen es in Umsetzung, aber in verschiedener Art begriffen ist; je nach der Epoche der Umsetzung scheint nun dasselbe Ferment verschiedene Spaltungen anderer complicirter Atome zu veranlassen, worauf besonders von Fremy hingewiesen worden ist. In Betreff der Mittel, welche die zymomotorische Kraft der Hefe aufheben oder vermindern, sey den Angaben von Quevenne fast nichts beizufügen; nur möge hervorgehoben werden, daß, wie auch Quevenne fand, selbst eine starke Lösung arseniger Säure die Gährung durchaus nicht aufhebt, kaum verlangsamt, ohne daß daraus ein sicherer Schluß gegen die belebte Natur der Hefe gezogen werden dürfte; denn auch nach Liebig's Gährungstheorie sollte arsenige Säure die Gährung aufheben, indem sie den organischen Materien den Charakter der Unverwesbarkeit oder Unfähigkeit zu faulen mittheilte.

Bei der stinkenden Fäulniß der Hefe findet eine Zerstörung ihrer Häute Statt; es bilden sich Infusorien und zahllose, unendlich kleine Molecule, wie bei allem letzten Zerfallen organischer Bildungen.

Vorstehende Untersuchungen wurden im Laboratorium zu Gießen im Winter 1843/44 in Aufforderung Liebig's vorgenommen. Mulder gelang auf verschiedenem Wege fast gleichzeitig zu ähnlichen Resultaten in Bezug auf die Constitution der Bierhefe; er überzeugte sich ebenfalls von der Zellennatur der Hefenkügelchen. Die zwischen beiden Untersuchungen stattfindenden Differenzen in Bezug auf die Zusammensetzung der Proteinkörpers erklären sich aus seiner ganz verschiedenen Darstellung. Mulder zog ihn nämlich mit Essigsäure aus und fällte mit kohlensaurem Ammoniak.

Den Vorgang der Umsetzung der Hefe bei der Gährung erklärt Mulder durch endosmotische Durchdringung der Proteinsubstanz aus der Zellenmembran, welche erstere sich durch ihren hohen Grad von Zersetzbarkeit auszeichne.

Hierzu bemerkt Liebig: „Die Übereinstimmung der Resultate beider ganz unabhängig von einander aufgefaßter Unter-Untersuchungen (von Mulder und Schloßberger) ist um so erfreulicher, da hiermit die Natur der Hefe festgestellt zu sein scheint."

Die beiden Gährungstheorien, nämlich jene Liebig's, welcher die Hefe als eine in fortwährender Umsetzung ihrer Molecule befindliche Substanz bezeichnet und deren gährungserregende Kraft der Ansteckung zuschreibt, wornach die Bewegnng der Molecnle der Hefe auf andere, damit in unmittelbarer Berührung befindliche, leicht zersetzbare Körper fortgepflanzt wird, dann die mehrer anderer Chemiker, welche die Hefe für eine Pflanze, den Hefenbildungs- oder Gährproceß daher für einen Vegetationsproceß halten, stehen einander nun gewissermaßen entgegen. Man weiß aber, daß die Entstehung und Entwickelung von mikroskopischen Pflanzen und Thieren jeden Zersetzungsproceß organischer Materie auffallend beschleunigen und modificiren können, ohne deßhalb nothwendig als erste Ursache dieses Processes zu wirken oder Veranlassung desselben zu sein.

Wenn, wie besonders Chemiker hervorheben, von allem materiellen Leben fortdauernde Assimilation und Secretion, unaufhörliche Zerstörung und Reproduction vielleicht die allgemeinste Grundeigenschaft, der eigentliche Charakterzug ist; wenn in der Respiration eine durchaus allgemeine und in jedem Augenblicke unentbehrliche Quelle nie unterbrochener Stoffumsetzung liegt, und wenn endlich gerade die lebensfrischesten Organe und

die thätigsten Individuen am meisten Stoff verbrauchen: wen darf es dann Wunder nehmen, wenn in den primären Zellen, als wahren Prototypen der Organisation, diese Eigenschaft, sich selbst und damit auch die nächsten sie berührenden Materien in Umsetzung zu versetzen, in hohem Grade sich vorfindet, ja vielleicht in einem, die anderen Lebensäußerungen oft so zurückdrängenden Grade, daß diese Zellen lange als todte, sich umsetzende organische Materie angesehen werden konnten? Dieses an sich so begreifliche und durch Thatsachen unwiderlegliche Auftreten organischer Bildungen bei den Processen der Gährung und Fäulniß kann demnach gegenwärtig nur noch insofern ein Gegenstand des Streites sein, als es sich darum handelt, ob diese Organismen als bloße Zufälligkeiten für die genannten Vorgänge an sich keine weitere Bedeutung haben, oder aber, ob sie in solchem Causalzusammenhang mit den letztern stehen, daß sie als die erste und vorzüglichste Ursache dieser Processe angesehen werden müssen? Die Entscheidung hierüber kann nur das Resultat viel zahlreicher Beobachtungen sein, als sie die Wissenschaft bis jetzt hierin aufzuweisen hat.

Hiernach dürfte eine baldige Verständigung der streitenden Parteien vorauszusehen sein, und vielleicht beiden Recht geschehen, indem die Gährung des reinen Zuckers mehr der einen (Liebig'schen), jene, welche mit Bildung neuer Hefe verknüpft ist, mehr der andern Gährungstheorie entspricht. Für die genaue Untersuchung der Hefe wäre aber nothwendig, dazu solche aus süßen, nicht gehopften Würzen erzeugte anzuwenden, um dadurch die Darstellung der reinen Hefensubstanz zu erleichtern und einer möglichen Zersetzung derselben während jener Operation durch Beschleunigung derselben vorzubeugen. Ebenso dürfte die Berücksichtigung der sich bei der geistigen Gährung ergebenden Attenuationsverhältnisse in den verschiedenen Gährungsstadien und die Untersuchung der dabei jedesmal erzeugten Hefe hierbei zur Aufklärung beitragen.

Nach Schmidt (Liebig's Annalen, Bd. 61., S. 168) sind Pilze für die Zuckergährung nicht das **primum movens**; auch das Wachsthum dieser Pilze sei nicht das **primum movens** der Gährung, sondern ein secundäres Phänomen, indem die bei dem Zerfallen des Zuckers gebildeten Stoffe der Zellenbildung (für die Hefe) die nöthigen Elemente liefern; es müsse eine

Vermehrung der Hefencellulose, und zwar höchst wahrscheinlich auf Kosten des Zuckers Statt gefunden haben, was das treffliche Fortvegetiren der auswachsenden Zellen in frischem Zuckerwasser, ohne Gährung zu veranlassen, auch sehr gut erkläre.

Zu den Versuchen wurde frische Traubenzuckerlösung und, wie es scheint, auch gemeiner Zucker verwendet. Wenn nun ein Theil des Zuckers zur Bildung der Hefencellulose verwendet wird, so kann der Zucker offenbar nicht die nach seiner Zusammensetzung ihm zukommende Menge Alkohol liefern, und daraus könnten sich wohl mit die Anomalien erklären, welche man zwischen der Gährungsformel des Zuckers und der daraus wirklich erhaltenen Ausbeute an Alkohol beobachtet hat. Immer aber muß bei solchen Versuchen unterschieden werden zwischen Selbstgährung und mit Zusatz von Hefe eingeleiteter Gährung dann bei der letztern zwischen Gährung reiner Zuckerarten, wobei die Hefe zersetzt wird, bloß die Hefencellulose zurücklassend, oder wo neue Hefe gebildet wird, welche Unterscheidung bei der vorstehenden Arbeit nicht getroffen wurde. Beide Gährungsweisen dürften sich in diesen Beziehungen wesentlich von einander unterscheiden.

Der Lüdersdorff'sche Versuch, die Hefenzellen zu zermalmen, sei, so sinnreich und schlagend er scheint, keineswegs beweisend, da durch den Act des Zermalmens, der 6 Stunden Zeit erforderte, eine ebenso lange Berührung des stickstoffhaltigen Zelleninhalts mit der Atmosphäre (Sauerstoff) Statt findet. Bliebe nun bei dem Zermalmen die chemische Zusammensetzung gleich, so wäre es ganz evident, daß eben die Zellenbildung, und nur diese, nicht die chemische Action oder Übertragung einer bestimmten Bewegung der Molecule das Bedingende der Gährung sei.

Schmidt fand nun in der zermalmten Hefe viermal mehr Ammoniak als in der unzermalmten, und folgert daraus wie aus andern Beobachtungen, daß die chemische Theorie der Gährung vorläufig erwiesen (?) sei, und es handle sich darum, die bestimmte Art dieser Umsetzung, namentlich die Zwischenproducte der verschiedenen Gährungsacte genauer zu ermitteln. Er hält die Gährung ähnlich der Ätherbildung für einen Proceß, in dem sich eine oder mehre, im Entstehungsmomente wieder in Alkohol und Kohlensäure zerfallende Verbindungen von einem Hefenbe-

standtheil mit den Elementen des Traubenzuckers bilden, wie die Weinschwefelsäure (saures schwefelsaures Äthyloxyd) während des Ätherbildungsprocesses; diese Zwischenverbindungen wären dann bei den verschiedenen Arten der Gährung auch sehr verschiedener Natur; überall aber kämen erst die Endproducte einer Reihe von Processen statt einer einfachen Übertragung einer einfachen Bewegung zu unserer Wahrnehmung.

Je fleißiger und vielfältiger nach verschiedenen Richtungen dieses Feld bearbeitet wird, desto eher werden wir zu einer richtigen Erkenntniß der Ursache gelangen, welche die geistige Gährung zunächst bedingt.

Tilley und Douglas Maclagan haben die Umwandlung von Zucker in eine mit Cellulose oder Inulin isomere Substanz beobachtet. (Erdmann's Journal für praktische Chemie, Bd. 39., S. 216.) Diese Beobachtung würde die Bildung neuer Hefe bei der geistigen Gährung Zucker und Proteinsubstanz enthaltender Flüssigkeiten erklären helfen, indem nach den neuesten Untersuchungen der Hefe von Mulder und Schloßberger dieselbe aus Cellulose und Proteinsubstanz besteht.

Obwohl nun so vielerlei Ansichten über den Gährungsproceß aufgestellt wurden und keine derselben noch ganz vollständig bewiesen ist, so halten wir doch jene für die der Wahrheit am nächsten kommende, wornach die Hefe eine Pflanze und der Gährproceß, wenn er mit der Bildung neuer Hefe verbunden ist, für einen Vegetationsproceß angesehen werden muß, weil dafür die vorliegenden Thatsachen am meisten sprechen.

So niederschlagend indessen die Erkenntniß ist, über die bei der geistigen Gährung wirksame Kraft noch keine vollkommene Kenntnisse zu besitzen, so erhebend ist es auf der andern Seite für die Thätigkeit unseres Geistes, sich mit der genauen Erforschung der Eigenthümlichkeiten eines Processes zu befassen, der für die Wissenschaft wie für das praktische Leben gleichwichtig ist. Wir werden uns dadurch der wahren Erkenntniß des Gährprocesses nähern, die Wissenschaft, die wir davon haben bereichern, dem praktischen Leben aber nützen. Schon diese Überzeugung ist tröstlich. Dem praktischen Zymotechniker ist es jedoch vorzüglich nothwendig, die Eigenschaften und das Verhalten das die Gährung erregenden Mittels, des Ferments oder der Hefe, so wie das der, der geistigen Gährung fähigen Substanzen (Zuckerarten) und ihr gegenseitiges Aufeinander-

wirken genau zu kennen, um davon für seine Zwecke und für das praktische Leben richtige Anwendungen machen zu können, wenn auch vor der Hand noch ohne vollkommen sichere Erkenntniß der eigenthümlichen Kraft, welche bei dem Gährprocesse thätig ist, obwohl eine richtige Erkenntniß derselben jedenfalls für die Praxis der Gährungschemie nützlich sein müßte.

Von diesem Gesichtspuncte aus wird daher das Folgende in Bezug auf praktische Gährungschemie behandelt werden müssen; indessen sind dazu noch folgende Bemerkungen zu machen.

Es scheint nicht gehörig begründet, wenn man bei der Betrachtung des Processes der geistigen Gährung die zwei, in einigen ihrer Erscheinungen ganz verschiedenen Gährprocesse, nämlich jenen der Gährung reiner Zuckerarten, wobei die Hefe zersetzt oder consumirt wird, mit dem zusamenwirft, wobei neben dem Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure neue Hefe in großer Menge, und zwar in größerer Menge gebildet wird, als jenes Hefenquantum beträgt, welches zur vollkommenen Zersetzung derselben Zuckermenge nothwendig wäre, wenn diese im reinen Zustande der Zersetzung durch Gährung unterworfen würde. Bei der Zersetzung des Zuckers in der Bierwürze nämlich, wobei neue Hefe gebildet wird, entsteht eine Menge derselben, womit doppelt so viel gemeiner Zucker durch Gährung zersetzt werden kann, als diejenige Zuckermenge beträgt, die hierbei in der Bierwürze zersetzt worden ist. Was dabei mit der zur Erregung der Gährung angewendeten Hefe (der Stellhefe oder Samenhefe) geschieht, ist bis jetzt noch gar nicht bekannt, weil, wenn sie auch dabei eine Veränderung erleidet und einen Rückstand hinterläßt, er sich mit der neu erzeugten Hefe vermengt und davon nicht zu trennen ist.

Ferner ist es sicher und wird später bei der Betrachtung der Biergährung nachgewiesen werden, daß die neu gebildete Hefe nicht bloß allein aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Bierwürze gebildet werden kann, sondern daß dazu noch andere Bestandtheile der Bierwürze (beim Wein des Traubensaftes) mitconcurriren, indem die Quantität der Hefe nicht nur bedeutend größer ist als diese, sondern auch ihre chemische Zusammensetzung dieß ausweist. Ihr Stickstoffgehalt ist nämlich bedeutend kleiner als der des Klebers, woraus sie mit entstanden ist. Die atmosphärische Luft vermöge ihres Gehaltes an Sauerstoff kann darauf keinen so großen Einfluß haben, weil diese

Verhältnisse gleich sind bei der Gährung unter Zutritt oder Ausschluß der atmosphärischen Luft.

Hiernach scheint die Gährung reinen Zuckers durch Hefe mehr ein einfacher chemischer Proceß, jene von hefebildenden, zuckerhaltigen Flüssigkeiten mehr ein Vegetationsproceß zu sein. Die Hefe in eine Zuckerauflösung gebracht, ändert die elektrochemischen Beziehungen der Bestandtheile des Zuckers. Diese Wirkung ist ihrer Quantität proportional. Sie ordnen sich in neuen Verhältnissen entsprechend dem neuen Zustande, in welchen sie versetzt worden sind, und der Zucker zerfällt dabei in Alkohol (Zuckerwein — Meißner) und Kohlensäure. Eine ähnliche Wirkung hat der Zucker auf die Bestandtheile des Ferments; es wird zersetzt und dabei einige neue Producte gebildet, die man in dem Zuckerwein und in der gegohrenen Flüssigkeit nach Abscheidung des Alkohols findet, die aber bis jetzt noch nicht gehörig untersucht und bestimmt sind. Enthält die Zuckerlösung hefebildende Bestandtheile, so wirkt die zugesetzte Hefe als Same zur Bildung neuer Hefe aus den dazu geeigneten Bestandtheilen, wodurch sie in Form von neu gebildeter Hefe ausgeschieden werden. Bei der Selbstgährung ist es aber offenbar der Sauerstoff der Luft, welcher, von einem der Bestandtheile der Flüssigkeit aufgenommen, dadurch eine solche elektrochemische Störung des Gleichgewichtes in den vorhandenen Bestandtheilen derselben veranlaßt, daß dadurch Bildung von Alkohol (Wein), Kohlensäure und Hefe aus denselben gegeben ist. Die gebildeten Mengen der neuen Körper müssen einander ebenso proportional sein, wie die elektrochemischen Beziehungen der Materien, aus denen sie entstehen.

Alle chemische Processe, wie auch der Vegetations-Proceß, bedürfen zu ihrer Vollendung einer gewissen Zeit — bei allen diesen Processen wird Wärme frei — und durch Wärme werden sie in den meisten Fällen unterstützt und beschleunigt.

Die Hefe, wenn sie durch längere Aufbewahrung bereits in einen gewissen Znstand von Zersetzung (Fäulniß) übergangen ist, bewirkt die Gährung weder mehr so kräftig noch so vollkommen, als im frischen Zustande. Gewiß kommt aber der erstern das Prädicat eines in Zersetzung begriffenen Körpers mehr zu, als der letztern; man sollte daher nach Liebig's Ansicht glauben, daß sie kräftiger wirken müsse, wogegen wieder eingewendet werden kann, daß, weil sie einen Theil ihrer eigenen

Metamorphose schon durchlaufen hat, ihre Wirkung auf den Zucker dadurch jedenfalls schon geschwächt worden sei.

Außer der Hefe bringen andere stickstoffhaltige, in Zersetzung begriffene Körper immer nur eine theilweise, sehr unvollkommene Gährung hervor, gleichwie sowohl der auflösliche als unauflösliche Theil der Hefe nur eine unvollkommene Gährung zu bewirken vermögen.

Die Hefe ist ferner im Zuckerwasser und in anderen zuckerhaltigen Flüssigkeiten viel löslicher als im reinen Wasser. Eine mit Hefe versetzte, hierauf filtrirte, zuckerhaltige Flüssigkeit geräth in theilweise Gährung.

Endlich soll noch erwähnt werden, was Helmholtz, auf Versuche gestützt, über das Wesen der Gährung und Fäulniß ausgesprochen hat. Er sagt: die Fäulniß könne unabhängig vom Leben bestehen, biete aber den für die Entwickelung und Ernährung von lebenden Wesen fruchtbarsten Boden dar und werde dadurch in ihren Erscheinungen modificirt. Eine solche, durch Organismen modificirte und an diese gebundene Fäulniß sei die Gährung. (Journal für praktische Chemie, 31. Band, S. 437.) Hier wäre der Zucker jener Körper, welcher Zersetzung durch die Fäulniß erleidet; die Hefe stellt die dabei gebildeten Organismen dar.

Zersetzung des Zuckers durch die geistige Gährung.

Die neuesten und genauesten Analysen des gemeinen Zuckers haben ergeben, daß derselbe zusammengesetzt ist aus:

C_{12}	à 7.5	= 90.0	. . .	42.105.
H_{22}	à 0.625	= 13.75	. . .	6.433.
O_{11}	à 10.00	= 110.00	. . .	51.462.
		213.75	. . .	100.000.

Der Alkohol besteht aus:

C_4	= 30.0	. . .	52.174.
H_{12}	= 7.5	. . .	12.043.
O_2	= 20.0	. . .	34.783.
	57.5	. . .	100.000.

Die Kohlensäure besteht aus:

C	= 7.5	. . . 27.27.
O_2	= 20.0	. . . 72.73.
	27.5	. . . 100.00.

Das Wasser besteht aus:

H_2	= 1.25	. . . 11.11.
O	= 10.00	. . . 88.89.
	11.25	. . . 100.00.

Vergleicht man hiernach die Zusammensetzung des Zuckers mit der des Alkohols, der Kohlensäure und des Wassers, so findet man, daß der gemeine Zucker die Elemente enthalte von 2 Atomen Alkohol + 4 Atomen Kohlensäure — 1 Atom Wasser: denn,

2 Atome Alkohol sind = $C_8\ H_{24}\ O_4$
4 Atome Kohlensäure = C_4 — O_8
zusammen $C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$
Der gemeine Zucker enthält: $C_{12}\ H_{22}\ O_{11}$.
Differenz . . . . . . — $H_2\ O$

= 1 Atom Wasser.

Aus dieser Betrachtung hat man den Schluß gezogen, daß, indem der gemeine Zucker durch die geistige Gährung in Alkohol und Kohlensäure zersetzt werde, er zuvor 1 Atom Wasser aufnehme, oder daß die Elemente von 1 Atom Wasser dabei mitconcurriren, wonach sich diese Zersetzung des Zuckers auf folgende Art stöchiometrisch darstellen läßt:

$$C_{12}\ H_{22}\ O_{11} + H_2\ O = 2\ (C_4\ H_{12}\ O_2) + 4\ (CO_2)$$

Zucker Wasser Alkohol Kohlensäure.

Überträgt man diese Atomenverhältnisse auf absolute Gewichte, so lieferte 1 Atom oder 213.75 Gewichtstheile gemeiner Zucker:

2 Atome Alkohol	à 57.5 = 115.0	Gewichtstheilen
4 Atome Kohlensäure	à 27.5 = 110.0	"
zusammen . .	225.0	Gewichtstheile

neue Producte, an deren Bildung 225.00 — 213.75 = 11.25 Gewichtstheile oder 1 Atom Wasser Antheil genommen haben.

100 Gewichtstheile gemeiner Zucker müßten hiernach geben:

Alkohol	53.801,.
Kohlensäure . . .	51.462,.
zusammen .	105.263 Gewichtstheile

beider, wonach auf je 100 ℔ durch die geistige Gährung zersetzten Zuckers 5.263 ℔ Wasser in die Mischung der neu gebildeten Producte eingehen würden.

Dieser Schluß, daß eine so große Wassermenge an der Bildung des Alkohols und der Kohlensäure aus dem Zucker mitwirkt, war jedenfalls etwas voreilig; denn ehe man diese Ansicht aussprechen konnte, mußte man sich doch erst durch Gährungsversuche die Überzeugung verschafft haben, daß

1) aus 100 Gewichtstheilen Zucker wirklich die obigen Quantitäten Alkohol und Kohlensäure entstehen und

2) daß dabei außer diesen beiden keine andere Producte gebildet werden.

Unbegreiflicherweise ist man hierüber sehr leicht hinweggegangen. Alle Chemiker, welche in der neueren Zeit den Zucker analysirt haben, unterließen es zu bestimmen, wie viel Alkohol und Kohlensäure er durch die Gährung liefert, was doch der Controle wegen durchaus nothwendig ist, um zu ersehen, ob die Erfahrung mit der theoretischen Voraussetzung einigermaßen übereinstimmt. Die meisten berufen sich dieserhalb auf einen einzelnen ältern Versuch von Thénard, dessen Resultate selbst der obigen Annahme widersprechen; und die dießfälligen Versuche von Pelouze, welcher 50.90, und von Döbereiner, welcher 51.20 Gewichtstheile Alkohol aus 100 Gewichtstheilen Zucker erhielt, werden gar nicht gewürdigt. Ich habe über die Menge Alkohol, welche durch den Proceß der geistigen Gährung aus 100 Gewichtstheilen Zucker erhalten wird, mehre abgeänderte Versuche gemacht und bei einigen derselben zugleich die Attenuationsverhältnisse ermittelt, welche sich dabei herausstellen. Dadurch bin ich zur Erkenntniß gekommen: daß 100 Gewichtstheile Zucker nur, wie Döbereiner angibt, 51.2 Gewichtstheile Alkohol liefern; daß die Mengen dieses und der dabei erzeugten Kohlensäure nahe dem Gewichte des zersetzten Zuckers gleich sind, und daß daher

a) das Wasser entweder keinen Antheil nimmt an der Bildung der neuen Gährungsproducte, oder daß

b) dabei noch andere Verbindungen entstehen, die man nicht berücksichtigt hat.

In ersterer Beziehung hat Gay-Lussac früher behauptet, der gemeine Zucker sei so zusammengesetzt, daß er genau in proportionale Antheile Kohlensäure und Alkohol zerfalle, wonach

100 Gewichtstheile Zucker 51.111 Gewichtheile Alkohol
und 48.889 „ Kohlensäure

liefern würden; allein dieser Ansicht widersprechen nicht nur die neuern Analysen des Zuckers, sondern auch die bei der Gährung desselben gebildeten neuen Producte. Dumas hat nämlich nachgewiesen, daß bei der Gährung des gemeinen Zuckers immer Milchsäure entsteht; und in der That, wenn man eine gegohrene Zuckerlösung, welche keine Spur von Gährung mehr zeigt, abdampft, so erhält man einen Rückstand, welcher sich kaum trocken darstellen läßt, beim Abdampfen zuletzt bräunt und schwarz färbt, sauer reagirt und mit Ätzkali versetzt Ammoniak entwickelt. Nach Dumas enthält er milchsaures Ammoniak; das letztere wäre aus dem Stickstoff des zersetzten Ferments entstanden; Zucker ist darin nicht mehr enthalten.

Thénard erhielt von 100 Gewichtstheilen Zucker 4 Gewichtstheile einer extractähnlichen, im Wasser sehr leicht löslichen Masse, die er nicht näher untersucht hat. Berzelius bemerkt hierzu: daß zu einer vollständigen Kenntniß der Zerstörung des Zuckers durch die geistige Gährung auch die Kenntniß der chemischen Natur dieses Rückstandes gehört; ferner die Entscheidung, ob er immer vorkommt, und wenn dieß der Fall ist, ob stets in gleicher Menge, oder ob seine Bildung von Umständen abhängt, die vermieden werden können u. s. w.

Auch in dem Destillate finden sich zwei neue Substanzen, nämlich Essigsäure und eine flüchtige Substanz (Fuselöl oder Äther); aber diese sind offenbar nicht unmittelbar aus dem Zucker, sondern erst während des Gährungsverlaufes aus einem Antheil des Alkohols entstanden, wodurch die Alkoholausbeute, jedoch nur unbedeutend verringert wird. Man sieht, daß unter diesen Umständen die obige chemische Formel mit den Gährungsresultaten nicht zusammenstimmen kann.

Bei der Betrachtung der Milchsäure wurde gezeigt, daß sie mit dem wasserfreien Zucker polymer sei, d. h. sie besteht aus einer gleichen relativen, aber aus einer ungleichen absoluten Anzahl von Elementar-Atomen.

Der wasserfreie Zucker wird ausgedrückt
durch die chemische Formel . . . . $C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$.
Die Milchsäure besteht aus . . . . $C_6\ H_{10}\ O_5$,
so daß aus 1 Atom des erstern 2 Atome der letztern entstehen können.

Das Milchsäurehydrat enthält noch 1 Atom chemisch gebundenes Wasser, seine Formel ist daher

$$= C_6\,H_{10}\,O_5 + aq. \text{ oder } = C_6\,H_{12}\,O_6.$$

Versucht man es, hiernach die Bildung der Milchsäure, des Alkohols und der Kohlensäure bei der geistigen Gährung des Zuckers zu erklären, so kann dieß in folgender Art geschehen:

20 Atome gemeiner Zucker	=	240 C	+ 440 H	+ 220 O
nehmen 20 Atome Wasser auf	=	—	40 H	+ 20 O
Summe		240 C	+ 480 H	+ 240 O

und es entstehen daraus:

2 Atome Milchsäurehydrat ($C_6\,H_{12}\,O_6$)	=	12 C	+ 24 H	+ 12 O
38 Atome Alkohol ($C_4\,H_{12}\,O_2$)	=	152 C	+ 456 H	+ 76 O
76 Atome Kohlensäure ($C\,O_4$)	=	76 C	+ —	+ 152 O
Zusammen	=	240 C	+ 480 H	+ 240 O

der obigen Summe gleich.

Überträgt man diese Atomenzahlen in absolute Gewichte, so ergeben sich nachstehende Gewichtsverhältnisse, als:

20 Atome gemeiner Zucker à 213.75	= 4275.0	Gewichtstheile
20 Atome Wasser à 11.25	= 225.0	„
Summe . .	4500.0	„

und daraus entstehen:

2 Atome Milchsäurehydrat à 112.5	= 225.0	„
38 Atome Alkohol à 57.5	= 2185.0	„
76 Atome Kohlensäure à 27.5	= 2090.0	„
Zusammen . .	4500.0	Gewichtstheile

mithin das der obigen Summe gleiche absolute Gewicht von neuen Producten.

Das Gewicht des Alkohols und der Kohlensäure machen zusammen 2185 + 2090 = 4275, sind mithin genau gleich dem Gewichte des Zuckers.

100 Gewichtstheile Zucker würden demnach Wasser auf=

nehmen 5.263 Gewichtstheile, und bei der Zersetzung durch die Gährung liefern:

Alkohol	51.111
Kohlensäure . . .	48.889
Milchsäurehydrat .	5.263
Zusammen .	105.263

an neuen Producten.

Die Menge des gebildeten Alkohols verhält sich zur Menge der erzeugten Kohlensäure:

$$2185 : 2090 = 100000 : 95652$$

in einem einfacheren Verhältnisse:

$$= 1000 : 956.$$

Diese Zahlenverhältnisse stimmen sowohl mit der Erfahrung als mit den Attenuationsverhältnissen bei der Gährung des reinen Zuckers besser überein.

Die Wirkung der Hefe auf den gemeinen Zucker würde hiernach darin bestehen, daß er unter Aufnahme von Wasser in Milchsäure und Krümmelzucker zerfällt, welcher letztere dann in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird. Es bleibt dabei aber noch zu bestimmen übrig:

1. Welches Gewicht der Rückstand hat, der nach der vollständigen Vergährung des gemeinen Zuckers in der Lösung zurückbleibt?

2. Wie viel davon von der Hefe herrührt?

3. Wie viel Milchsäure dabei jedesmal entsteht, und in welcher Menge sie sich bildet, im Verhältnisse zur vergohrenen Zuckermasse?

Ob übrigens diese oder eine ähnliche Ansicht richtig ist, muß deßhalb der Ermittelung durch weitere, dahin abzielende Versuche überlassen werden.

Der **Krümelzucker** (Stärkmehl-, Trauben-, Honig- und Obstzucker) stellt sich uns in zwei Zuständen dar: im wasserhaltigen und im wasserfreien.

Als Hydrat, wie man ihn zunächst bei seiner Bereitung gewinnt, hat er folgende Zusammensetzung; er besteht nämlich aus:

C_{12} à 7.50	= 90.00	. .	36.363
H_{28} à 0.625	= 17.50	. .	7.072
O_{14} à 10.00	= 140.00	. .	56.565
	247.50	. .	100.000.

Durch die Gährung wird aber nur der wasserfreie Krümel-

zucker zersetzt, welcher 2 Atome Wasser weniger enthält, die bei der vollkommenen Trocknung entweichen. In diesem Zustande enthält er:

C_{12}	=	90.00 . .	40.000
H_{24}	=	15.00 . .	6.667
O_{12}	=	120.00 . .	53.333
		225.00 . .	100.000.

Ohne daß dabei aus demselben Milchsäure entsteht, zerfällt er durch den Gährproceß unmittelbar in Alkohol und Kohlensäure, wie das folgende Schema ausweist.

Der Krümelzucker besteht aus . . . . . $C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$.
Er liefert:

2 Atome Alkohol	= . . .	$C_8\ H_{24}\ O_4$
4 „ Kohlensäure	= . . .	C_4 — O_8
zusammen obige	. .	$C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$

Die Atomenverhältnisse auf absolute Gewichte zurückgeführt, erhält man folgende Zahlen:

247.5 Gewichtstheile wasserhaltiger oder
225.0 „ wasserfreier Krümelzucker liefern bei ihrer Zersetzung durch die geistige Gährung:

2 Atome Alkohol = 115.00 Gewichtstheilen und
4 „ Kohlensäure = 110.00 „

und demnach geben

100 Gewichtstheile wasserhaltiger Krümelzucker:

Alkohol = 46.464 }
Kohlensäure = 44.444 } 90.908.

100 Gewichtstheile wasserfreier Krümelzucker:

Alkohol = 51.111 }
Kohlensäure = 48.889 } 100.000.

Von diesen Bestimmungen wird später bei der Beurtheilung der Alkoholausbeute aus verschiedenen, der geistigen Gährung unterworfenen zuckerhaltigen Flüssigkeiten Gebrauch gemacht werden.

Die Menge des gebildeten Alkohols verhält sich in allen Fällen zur Menge der entwickelten Kohlensäure = 1.000 : 0.956; das Volumen des Alkohols, in Dampfform gedacht, ist dem Volumen der gebildeten Kohlensäure gleich.

Zersetzung der Hefe.

Daß die bei der Gährung reiner Zuckerarten zur Erregung der Gährung angewendete Hefe eine Zersetzung oder Veränderung ihrer Substanz erleidet, ist eine bekannte Thatsache; wie groß aber die Menge der dabei zersetzten Hefe ist, wurde bisher mit Genauigkeit noch nicht ausgemittelt. Nach meinen Versuchen bedürfen 100 Gewichtstheile Zucker 10 bis 15 Gewichtstheile dickbreiiger, frischer Bierhefe zur vollkommenen Zersetzung, welche à 20 pCt. 2 bis 3 Gewichtstheile Hefe, im trockenen Zustande gedacht, betragen würde, mithin fast doppelt so viel, als Thénard angegeben hat. Bei Versuchen im Kleinen bedarf man dazu oft noch mehr. — Der reine Krümelzucker bedarf ebensoviel seines Gewichtes derselben dickbreiigen Hefe zur vollkommenen Zersetzung. Wird die Hefe zuvor mit Wasser ausgewaschen, so wird dadurch ihre Wirkung geschwächt, und dieß um so mehr, je öfter und mit je mehr Wasser dieß geschieht. Dieses Waschwasser der Hefe bringt, mit Zuckerwasser gemischt, nur einen sehr unvollkommenen Anfang von Gährung hervor, woraus hervorgeht, daß die Hefe in Substanz, und zwar je frischer desto besser, die größte Gährkraft besitzt. Die bei der Gährung zersetzte Hefe verhielt sich nach Thénard wie Hordein, was sie aber nicht sein kann, weil sie aus einer klaren Flüssigkeit — der Bierwürze — ausgeschieden wurde und Hordein in dieser Flüssigkeit nicht auflöslich ist. Nach neuern Untersuchungen der Hefe wird angegeben, daß sich dieser Hefenrückstand wie Pflanzenfaser verhalte. Wenn dem wirklich so ist, und die neuesten Untersuchungen von Mulder und Schloßberger bestätigen dieß, so dürfte an der vegetabilischen Natur der Hefe nicht mehr gezweifelt werden; denn dann könnte diese Zellensubstanz in der Hefe nur durch ihre Bildung als Vegetabil, daher durch den Vegetationsproceß erzeugt worden sein. Nur dadurch wäre ihre Gegenwart in der Hefe erklärlich.

Dieser Hefenrückstand, die Hälfte des Gewichtes der Hefe betragend, enthält keinen Stickstoff mehr; der stickstoffhaltige Bestandtheil derselben ist daher in eine neue Verbindung übergegangen und diese befindet sich in der gegohrenen Flüssigkeit

in Lösung. Fast allgemein hält man ihn für Ammoniak, nur Meißner stellt die Ansicht auf, daß er mit dem Alkohol in der Flüssigkeit locker verbunden den reinen Wein darstelle. Bei Gelegenheit der Berührung von Meißner's Gährungstheorie wurde bereits das Erforderliche darüber bemerkt.

Löwig glaubt, daß sich bei der Gährung auch durch Zersetzung des Ferments etwas kohlensaures Gas entwickelt, und dann wäre die Berechnung der zersetzten Zuckermenge und der gebildeten Alkoholmenge aus der Menge des entwickelten kohlensauren Gases nach der vorn angegebenen Proportion unrichtig. In der That müßte es eine Quelle geben, in welche die etwaigen nicht starren Zersetzungsproducte des Ferments zusammenfließen. Bis jetzt ist diese Ansicht jedoch nicht bestätigt worden.

Äußere Erscheinungen bei dem Verlaufe der geistigen Gährung.

Das Steigen und Fallen des Hefenschaumes über der gährenden Flüssigkeit in den Gefäßen.

So wie die Gährung beginnt, bildet sich allemal an der Oberfläche der gährenden Flüssigkeit eine Schaumdecke; von dem sich entbindenden, in der ganzen Masse der Flüssigkeit aufsteigenden kohlensauren Gase dehnt sich die Flüssigkeit aus; die Schaumdecke nimmt an Höhe zu, erreicht ein gewisses Maximum und sinkt von da an wieder zusammen. Sie steigt um so höher, je stürmischer die Gährung — bei höherer Temperatur oder bei Anwendung von mehr Stellhefe — sie vor sich geht. Dieß macht in den Gefäßen, in welchen man die Gährungen vornimmt, einen entsprechenden Oberraum — Steigraum — nothwendig, worauf bei Vornahme von Gährungen im Kleinen wie im Großen Rücksicht genommen werden muß.

Dieses Steigen und Fallen, so wie das äußere Ansehen der Schaumdecke, gibt das gewöhnliche empirische Kennzeichen zur Beurtheilung des Gährungsverlaufes ab, und dieser Vorgang allein macht es möglich, daß man die Obergährung der Bierwürze in Fässern vornehmen kann, wobei die Schaumdecke — die Oberhefe — durch das offene Spundloch ausgestoßen wird.

Von den anderweitigen äußeren Gährungserscheinungen läßt sich im Großen deßhalb weniger wahrnehmen, weil die gährenden Flüssigkeiten in Gefäße mit undurchsichtigen Wänden eingeschlossen werden. Der geistige Geruch und Geschmack der gährenden Flüssigkeiten tritt erst im fortschreitenden Gährungsverlaufe mehr und mehr hervor, und sind beide nach beendigter Gährung am merkbarsten. Oft schmeckt die gegohrene Flüssigkeit nach beendigter Gährung mehr oder weniger sauer. Die Säure war theils schon ursprünglich in der zuckerhältigen Flüssigkeit enthalten, und es wurde ihr Geschmack durch den vorhandenen Zucker verdeckt. Wie aber dieser durch die fortschreitende Gährung zersetzt wird und verschwindet, tritt dann der säuerliche Geschmack mehr und mehr hervor (Phosphorsäure, Weinsäure). Öfters wird die Säure erst während des Gährungsverlaufes aus Zucker (Milchsäure) oder aus Alkohol (Essigsäure) gebildet.

Die Gährung in offenen und in geschlossenen Gefäßen.

Bei der geistigen Gährung, wobei es sich meistens vorzüglich darum handelt, die möglich vollständigste Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure zu erzielen, den gebildeten Alkohol in der gegohrenen Flüssigkeit zu erhalten und seine Verflüchtigung (Verdunstung) so wie seine Umwandlung in Essigsäure durch die Berührung mit der atmosphärischen Luft zu verhindern, ist es von Wichtigkeit und nicht einerlei, ob die Gährung in offenen oder in geschlossenen Gefäßen vorgenommen wird.

Eine unvermeidliche Quelle von Verlust an Alkohol bleibt die sich bei der Gährung bildende und als Gas entweichende Kohlensäure.

Sie entwickelt sich aus einer Flüssigkeit, ist daher für jene Temperatur, bei welcher sie sich entbindet, mit Wasser und Alkoholdunst gesättigt und führt letztern in die Atmosphäre mit fort. Dieser Verlust findet Statt bei der Gährung iu offenen sowohl als in geschlossenen Gefäßen; denn aus letztern muß dem entweichenden kohlensauren Gase ein freier Austritt belassen werden. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man das sich ent-

wickelnde kohlensaure Gas durch Wasser streichen läßt. In dem Sperrwasser findet man dann kleine Mengen von Alkohol, welchen das kohlensaure Gas bei seinem Durchströmen durch dasselbe darin zurückgelassen hat.

Dieser Verlust an Alkohol ist unbedeutend, wie folgende Betrachtung zeigt; er ist um so geringer, bei je niedrigerer Temperatur die Gährung vorgenommen wird (Untergährung).

Der Alkohol verdampft schon bei der gewöhnlichen Temperatur; allein diese Verdampfung ist bedingt durch den Temperaturgrad und durch die Spannkruft der in der Luft enthaltenen Wasserdünste, oder von dem Grade, in welchem die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Da nun die Luft immer mehr oder weniger feucht und deren Temperatur so wie jene der gährenden Flüssigkeit niedrig ist, so kann deßhalb die Menge des mit dem kohlensauren Gase fortgeführten Alkoholdunstes nur gering sein; allein sie ist um so geringer, als das kohlensaure Gas sich nicht aus einer bloß alkoholigen, sondern aus einer wässerig geistigen Flüssigkeit entwickelt, deren Alkoholgehalt anfänglich 0 bis 3 und höchstens 12 pCt. beträgt. Es verflüchtigt sich also immer Wasserdunst mit Alkoholdunst, und wenn auch die Verflüchtigung derselben in Beziehung auf relative Quantität nicht in dem oben bezeichneten Verhältnisse erfolgt, so kann dieß davon auch nicht sehr verschieden sein. Die niedrige Temperatur, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und der große Verdünnungszustand der geistigen Flüssigkeit sind daher die Ursachen, welche jenen Verlust verringern und auf dessen Größe Einfluß nehmen; er ist deßhalb bei der Obergährung etwas größer als bei der Untergährung, weil letztere bei niedrigerer Temperatur vorgenommen wird.

Nebstdem, daß das kohlensaure Gas einen Antheil wässerig alkoholige Dünste mit fortführt, findet auch noch eine Verdunstung an der Oberfläche der Flüssigkeit Statt, wenn sie mit der atmosphärischen Luft in Berührung ist. In diesem Falle befinden sich die Flüssigkeiten bei der Gährung in offenen Bottichen vorzüglich zu Anfang und zu Ende der Gährung. Es wird dadurch ein Verlust an Alkohol herbeigeführt, der von denselben oben angeführten Ursachen bedingt ist.

Bei der Gährung in offenen Bottichen ist dieser Verlust daher gewissermaßen ein doppelter, während er bei jener in geschlossenen nur ein einfacher ist.

Im Ganzen jedoch, wenn die Temperatur der gährenden Flüssigkeit nicht zu hoch ist, sind diese Verluste so unbedeutend, daß man es in der Praxis in den meisten Fällen nicht der Mühe werth hält, die Gährung in geschlossenen Gefäßen zu verrichten oder etwa das entweichende kohlensaure Gas durch kühl gehaltene Röhren streichen zu lassen, um den darin befindlichen Alkoholdunst zu verdichten und niederzuschlagen.

Bei der Gährung in offenen Gefäßen hat aber die atmosphärische Luft auch noch einen chemischen Einfluß auf die gährende Flüssigkeit, bedingt durch den Sauerstoffgasgehalt der erstern und den Alkoholgehalt der letztern, dann durch die Temperatur beider. Dieser Einfluß bezieht sich auf die Oxydation des Alkohols zu Essigsäure, welche bei höherer Temperatur befördert wird. Dadurch geht nicht nur ein Antheil Alkohol verloren, sondern es leidet dadurch auch die Haltbarkeit der gegohrenen Flüssigkeit, was besonders da von Wichtigkeit ist, wo die geistige Flüssigkeit unmittelbar als Getränk dienen und eine längere Zeit ausdauern soll, ohne sauer zu werden. Bei der Betrachtung der Gährung des Weines und Biers werden wir hierauf wieder zurückkommen.

Wenn die Gährung in nicht vollgefüllten Gefäßen vorgenommen wird, so bleibt zwar eine Schichte von kohlensaurem Gase über der gährenden Flüssigkeit, welche die atmosphärische Luft abhält; allein zu Ende der Gährung, wo die Entwickelung des kohlensauren Gases aufhört und die Flüssigkeit gerade die höchste Temperatur angenommen hat, findet diese Berührung dennoch Statt und wirkt gerade hier am nachtheiligsten.

Physikalische Veränderungen der gährenden Flüssigkeiten.

Die Verminderung des absoluten Gewichtes der gährenden Flüssigkeit.

Eine jede gährende Flüssigkeit vermindert während des Gährungsverlaufes ihr absolutes Gewicht in dem Verhältnisse, als der Zucker zersetzt und dadurch Kohlensäure gebildet und in Gasform aus der Flüssigkeit entwickelt wird. Ein Theil dieses kohlensauren Gases bleibt aber in der gegohrenen Flüssig-

keit absorbirt und entweicht daraus erst beim Erwärmen, beim heftigen Schütteln oder beim längeren Stehen an der Luft. Die gegohrene Flüssigkeit hält um so mehr von diesem Gase zurück und hält es um so fester gebunden, je schleimiger sie ist.

Die Größe des Gewichtsverlustes, welchen eine Flüssigkeit durch die Gährung erlitten hat, ist daher der Menge der entwickelten Kohlensäure gleich, und da die Menge der dabei gebildeten Kohlensäure sowohl der zersetzten Zuckermenge als der gebildeten Alkoholmenge proportional ist, so könnte man aus diesem Gewichtsverluste auf den jeweiligen Gährungszustand der Flüssigkeit schließen und sowohl die zersetzte Zuckermenge als auch die gebildete Alkoholmenge bestimmen. Aber dazu müßte auch die Menge der in der gegohrenen Flüssigkeit absorbirten Kohlensäure in Rechnung gebracht werden, deren Gewicht man nicht kennt. Im Kleinen kann unter Umständen ein solcher Versuch wohl ausführbar sein und es wurde davon auch schon Gebrauch gemacht; im Großen ist er aber gänzlich unpraktisch, weil man große Massen gegohrener oder gährender Flüssigkeiten nicht wohl genau abwägen kann. Ein solches Verfahren zur Bestimmung des endlichen Gährungserfolges ist daher im Großen unausführbar, wegen der sich dabei darbietenden zu vielen Umständlichkeiten, und kann deßhalb davon kein vortheilhafter Gebrauch gemacht werden.

Die Verminderung des Volumens der gährenden Flüssigkeit.

Eine jede gährende Flüssigkeit vermindert während des Gährungsverlaufes auch ihr Volumen. Diese Volumenverminderung nimmt mit dem Vergährungsgrade zu und hat zwei Ursachen. Einmal rührt sie her von der Zersetzung des in der Flüssigkeit gelösten Zuckers und von seinem Zerfallen in Alkohol und Kohlensäure, wovon ersterer nur etwa halb so viel beträgt als die zersetzte Zuckermenge, und in der gegohrenen Flüssigkeit verbleibt, letztere aber aus derselben größtentheils entweicht. Sie läßt sich, je nach dem Vergährungsstande der Flüssigkeit, ziemlich genau berechnen und ist nur gering, wie folgende vergleichende Berechnung zeigt:

100 Raumtheile einer Zuckerlösung, deren specifische Schwere = 1.0614 und deren absolutes Gewicht = 106.14 Loth, ihr

Zuckergehalt = 15 pCt., werden so weit vergohren, daß die specifische Schwere der gegohrenen Flüssigkeit = 1.000 wird. In diesem Falle sind 13 Gewichtstheile (Loth) Zucker durch die Gährung zersetzt und 6.644 Gewichtstheile (Loth) Alkohol und 6.356 Gewichtstheile (Loth) Kohlensäure daraus gebildet worden. Die gegohrene Flüssigkeit hat nunmehr nur noch ein absolutes Gewicht von 106.14—6.356 = 99.784 Loth, und da ihre Dichte = 1.000, so ist auch ihr Volumen = $\frac{99.784}{1.000}$ = 99.784 der ursprünglichen Raumtheile.

Man sieht, diese Verminderung des Volumens der gährenden Flüssigkeit nach **beendigter Gährung** ist sehr gering und beträgt nicht einmal $^1/_4$ pCt. Je weniger die Flüssigkeit vergohren, desto geringer ist sie.

Die zweite Ursache, welche eine Verminderung des Volumens der gährenden Flüssigkeit zur Folge hat, ist nur vorhanden bei solchen zuckerhaltigen Flüssigkeiten, welche neu gebildete Hefe ausscheiden, und findet erst dann Statt, wenn man die ausgeschiedene Hefe von der Flüssigkeit absondert. In diesem Falle ist sie der Menge der ausgeschiedenen und abgenommenen Hefe proportional. Nebstdem, daß die Hefe einen gewissen Raum einnimmt, hält sie eine beträchtliche Menge der gegohrenen Flüssigkeit zurück, mit welcher gemengt sie eine breiige Consistenz zeigt.

Bei der Gährung des Weines und Bieres ist der dadurch bedingte Verlust an gegohrener Flüssigkeit, mithin in diesem Sinne auch deren Raumverminderung nicht unbedeutend, und beträgt, je nach dem ursprünglichen Zuckergehalte und nach dem Vergährungsgrade der Flüssigkeit, 3 bis 5 pCt. ihres anfänglichen Volumens.

Da, wo es sich um Vergleichungen handelt zwischen dem anfänglichen Volumen der in die Gährung versetzten Flüssigkeit und zwischen dem Volumen der nutzbaren gegohrenen Flüssigkeit nach Absonderung der Hefe, muß hierauf die erforderliche Rücksicht genommen werden.

Die reife (ausgegohrene) Branntweinmeische wird **meistens** sammt der neu gebildeten Hefe der Destillation zur Abscheidung des darin befindlichen Alkohols unterworfen und dann kein Verlust an gegohrener Flüssigkeit herbeigeführt. — Zur äußern Beurtheilung des Gährungsverlaufes der Flüssig-

keit ist diese Erscheinung wegen der Schwierigkeit ihrer Beobachtung und Bestimmung nicht geeignet.

Die Zu- und Abnahme der Temperatur der gährenden Flüssigkeit während ihres Gährungsverlaufes.

Wenn größere Massen einer zuckerhaltigen Flüssigkeit, welche weniger dem Einflusse der Temperatur der umgebenden Luft unterliegen, in die geistige Gährung übergehen, so beobachtet man mit dem Eintritte der Gährung ein Steigen und mit dem Fortgange derselben eine fortwährende Zunahme der Temperatur der gährenden Flüssigkeit bis zu einer gewissen Grenze, von welcher an sie wieder abnimmt, und sich endlich mit der der äußern Luft in's Gleichgewicht setzt.

Diese Temperaturs-Zunahme der gährenden Flüssigkeit hält mit dem Verlaufe der Gährung gleichen Schritt, und sie hat den höchsten Grad erreicht, wenn die Gährung die größte Lebhaftigkeit erlangt hat. Sie steigt bei langsamer Gährung weniger, bei stürmischer Gährung mehr, und ihre Beobachtung dient daher mit zur Beurtheilung des Gährungsverlaufes.

Die Erfahrung lehrt, daß die Vergährung des in der Flüssigkeit aufgelösten Zuckers dann am vollständigsten erfolgt, wenn unter sonst gleichen Umständen diese Temperatur höher steigt, oder bei gleicher Temperatur, wenn sie längere Zeit anhält; daß sie bedingt ist von der Größe der Masse der gährenden Flüssigkeit — größere Massen derselben nehmen eine höhere Temperatur an als kleinere, — von dem ursprünglichen Zuckergehalte derselben — bei Flüssigkeiten von größerem Zuckergehalte steigt die Temperatur höher als bei verdünntern — und von dem Vergährungsgrade; denn je vollständiger die Zersetzung des Zuckers erfolgt, desto höher steigt die Temperatur der gährenden Flüssigkeit, so daß alle diese Umstände gemeinschaftlich das Steigen oder die Zunahme der Temperatur bestimmen. Sie beträgt bis 10° R. und mehr über ihre ursprüngliche Temperatur.

Es ist daher gewiß, daß die geistige Gährung ein Proceß ist, durch welchen Wärme hervorgebracht wird; daß die Menge der dabei frei werdenden Wärme zwar von der Masse der Flüssigkeit abhängig, vorzüglich aber von der Menge des dabei zersetzten Zuckers bedingt ist; daß sie daher auch sowohl mit der Menge des dadurch gebildeten Alkohols als mit der

Menge der zersetzten oder neu gebildeten Hefe im Verhältnisse steht, und daß mithin die Quantität der entwickelten Wärme, welche durch Beobachtung und Bestimmung der Temperaturs-Zunahme der gährenden Flüssigkeit gemessen werden kann, einen richtigen Maßstab zur Beurtheilung des Gährungsverlaufes und relativen Erfolges der Gährung abgeben muß.

Die Wärme übt einen sehr großen Einfluß auf den Gährungs-Verlauf und Erfolg aus; sie hat einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Zeitdauer desselben. Wird ihre Zunahme in der gährenden Flüssigkeit gehindert (durch Abkühlung), so wird auch die Gährung in ihrem Fortgange gestört und der Erfolg ist eine unvollkommene Zersetzung des Zuckers. Gährungsversuche im Kleinen müssen daher in einem Locale vorgenommen werden, welches hinreichend warm ist und keiner bedeutenden Abwechslung der Temperatur unterliegt; es darf während des Gährungsverlaufes wärmer, aber nicht kälter werden, wenn keine solche Störung eintreten soll. Im Großen kann zwar die Temperatur des Locals niedriger sein als die der Flüssigkeit, weil große Massen von Flüssigkeiten weniger dem abkühlenden Einflusse der äußeren Luft unterliegen, immer aber ist es gut, wenn diese Differenz der Temperatur nicht groß ist. Deßhalb ist es vollkommen begründet, wenn die Gährung von Flüssigkeiten im Großen in Holzgefäßen (mit dicken Wänden) vorgenommen wird, weil das Holz ein schlechter Wärmeleiter ist, und dadurch nicht nur die Abkühlung der gährenden Flüssigkeit hindert, sondern auch dem Steigen der Temperatur derselben während des Gährungs-Verlaufes zu dem gewünschten Maximum förderlich ist. Gumbinner schlägt deßhalb vor, den Gährbottichen doppelte Böden zu geben, zwischen welchen sich eine stagnirende Luftschichte befindet, um dadurch die Abkühlung von Unten zu vermindern, dann die Gährbottiche in mit Holzwänden getrennte Zellen aufzustellen, um die Abkühlung von der Seite und durch den Wechsel der Luft zu mäßigen. Das Bedecken der Gährbottiche zur Verminderung der Abkühlung von Oben und zum bessern Zusammenhalten der Wärme der Flüssigkeit, besonders im Anfange der Gährung, wird schon häufig angewendet.

Was die Ursache des Freiwerdens der Wärme bei dem Gährprocesse ist, wurde bisher noch nicht mit Zuverlässigkeit ermittelt. Meißner erklärt sie durch die Entstehung einer Flüssigkeit von

geringerer Wärme-Capacität. Bei allen Ansichten über diesen Proceß läßt es sich auf einen chemischen oder physikalischen Grund zurückführen.

Über die Frage der Richtigkeit der einen oder der andern dieser Ansichten erhält man dadurch keine entscheidende Antwort.

Die Attenuationslehre.

Die Concentration der zuckerhaltigen Flüssigkeit.

Die Concentration der zuckerhaltigen Flüssigkeit, welche man der geistigen Gährung unterwirft, erfährt man durch Prüfung ihrer Dichte oder durch Erforschung der Anzahl Grade, welche sie an irgend einem (genau construirten Raummesser (Aräometer mit gleichtheiliger Scala) zeigt; allein hierdurch erfährt man unmittelbar nicht den absoluten Zuckergehalt der Flüssigkeit, sondern nur den relativen, ob dieselbe nämlich mehr oder weniger Zucker enthält. In vielen Fällen kann eine solche Bestimmung genügen; immer bleibt es aber auch dann wünschenswerth und überaus nützlich, den absoluten Gehalt an Zucker in der Flüssigkeit, welche man der Gährung unterwirft, genau zu kennen, einestheils um Wissenschaft von der Menge der der geistigen Gährung unterworfenen Substanz, so wie von deren Quantitätsverhältniß zum Wasser, worin sie gelöst ist, mithin von dem Concentrationsgrade der Lösung zu besitzen, anderntheils um daraus im Voraus einen Schluß auf die Menge oder auf die Güte des zu gewinnenden Productes (Wein, Bier, Branntwein) ziehen zu können.

Diese Bestimmung kann auf zweierlei Art geschehen; man kann nämlich den Zuckergehalt der Flüssigkeit in Gewichtstheilen auf ihren Rauminhalt oder auf ihr absolutes Gewicht beziehen. Ersteres Verfahren ist in England bei der Beurtheilung der Concentration der Bierwürzen und Branntweinmeischen allgemein üblich; es ist für die landesüblichen Inhaltsmaße berechnet und nur local anwendbar. Letzteres dagegen ist allgemein brauchbar; es ist nicht nur das einfachste, sondern auch das gemeinverständlichste. Zu diesem Zwecke ist es nützlich, bei allen hierauf bezüglichen Untersuchungen den Zuckergehalt der Flüssigkeit in

100 Gewichtstheilen derselben zu erforschen und auch nach seiner Masse in 100 Gewichtstheilen derselben auszudrücken und anzugeben.

Instrumente hierzu construirt, welche durch die Tiefe ihres Einsinkens in einer Zuckerlösung unmittelbar deren Zuckergehalt in Gewichtsprocenten anzeigen, nennt man Zuckermesser oder Sacharometer. Ihre Construction ist schon vorn beschrieben worden.

Obwohl süße Flüssigkeiten, welche gemeinen oder krümeligen Zucker enthalten, der geistigen Gährung im Großen unterworfen werden, so genügt doch für beiderlei Zuckerarten ein und dasselbe Sacharometer, indem die Erfahrung lehrt, daß beide Zuckerarten in wässerigen Lösungen bei gleichem Procentengehalte an Zucker gleiche Dichten besitzen.

Im Großen, in den zymotechnischen Gewerben werden aber niemals süße Flüssigkeiten der geistigen Gährung unterworfen, welche bloß allein Zucker gelöst enthalten. In solchen zuckerhaltigen Flüssigkeiten zeigen diese Instrumente, zur Bestimmung ihrer Concentration gebraucht, auch nicht den wahren Zuckergehalt an, sondern den Gehalt an aufgelöster Substanz, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, oder deren Concentration, bestimmt mittelst des Sacharometers. Dennoch aber ist dieses Instrument vollkommen geeignet, den Zymotechniker über die Concentration der von ihm bearbeiteten Flüssigkeiten auf das Gründlichste zu belehren; denn nur der Zucker hauptsächlich ist es, welcher durch die Gährung aus der Flüssigkeit verschwindet, und der Einfluß, welchen die Nebenbestandtheile des Zuckers auf die Sacharometer-Anzeige nehmen, bleibt sich vor und nach der Gährung gleich, so daß in diesem Falle das Sacharometer in der That geeignet ist, den Einfluß in der Dichte der Flüssigkeit zu ermitteln, welcher aus der Zersetzung des Zuckers in derselben resultirt, und aus der entstehenden Differenz in den Sacharometer-Anzeigen auf die Gewichtsmenge des zersetzten, in der Flüssigkeit vorhanden gewesenen Zuckers mit Sicherheit geschlossen werden kann.

Dieß gilt für zuckerhaltige Flüssigkeiten, welche bei ihrer Gährung keine neu gebildete Hefe ausscheiden. Wie sich hier zu benehmen, wenn aus der gährenden Flüssigkeit neue Hefe ausgeschieden wird gebildet aus Substanzen, die früher mit dem Zucker in der Flüssigkeit gelöst waren, dieß wird später bei der

Betrachtung der Wein-, Bier- und Branntwein-Meischgährung erklärt werden.

Es stellen sich nun bei der Beobachtung des Gährungsverlaufes mittelst des Sacharometers mehre Zahlenverhältnisse heraus, die in einer sehr constanten Beziehung zu der Menge des durch die Gährung zersetzten Zuckers wie zu dem Alkoholgehalte der gegohrenen Flüssigkeit stehen, daher dem Zymotechniker Aufschlüsse über die gebildete Menge desselben liefern, woraus sich weiter ergibt, wie groß der ursprüngliche Zuckergehalt oder die Concentration der Flüssigkeit war, bevor sie der Gährung unterworfen wurde.

Um diese Zahlenverhältnisse entwickeln und in Zahlen ausdrücken zu können, nennen wir den Zuckergehalt in dem einen oder die bloße Sacharometer-Anzeige der in die Gährung versetzten zuckerhaltigen Flüssigkeit in dem andern Falle, beide bestimmt mittelst des Sacharometers bei 14° R. Temperatur und ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, $= p$.

Bezeichnen wir für Flüssigkeiten, welche neben dem Zucker noch andere Bestandtheile gelöst enthalten, den Einfluß, welchen der Zuckergehalt auf die Sacharometer-Anzeige nimmt, mit $= z$, und jenen, welchen die Nebenbestandtheile darauf äußern, mit $= x$, so ist in diesem Falle

$$p = z + x.$$

Nur der Einfluß, welchen der Zuckergehalt $= z$, auf die Sacharometer-Anzeige übt, verschwindet durch die Gährung; jener der Nebenbestandtheile $= x$ bleibt auch nach der Gährung noch vorhanden, der Art, daß

$$z = p - x$$

wäre. Allein aus dem Zucker entsteht Alkohol, eine Flüssigkeit, welche specifisch leichter ist als Wasser, wodurch auch die gegohrene Flüssigkeit specifisch leichter wird, als sie wäre, wenn kein Alkohol und statt desselben ein gleiches Gewicht Wasser in derselben enthalten sein würde. Dieser Umstand bedingt einen die Richtigkeit der obigen Gleichung störenden Einfluß, den man aber, wie weiter gezeigt werden wird, in Zahlen ausdrücken und in Rechnung bringen kann.

Um die Concentration einer zuckerhaltigen Flüssigkeit mit dem Sacharometer möglichst genau zu ermitteln, bringt man sie auf die Temperatur von 14° R., füllt sie in das Senkglas und

100 Gewichtstheilen derselben zu erforschen und auch nach seiner Masse in 100 Gewichtstheilen derselben auszudrücken und anzugeben.

Instrumente hierzu construirt, welche durch die Tiefe ihres Einsinkens in einer Zuckerlösung unmittelbar deren Zuckergehalt in Gewichtsprocenten anzeigen, nennt man Zuckermesser oder Sacharometer. Ihre Construction ist schon vorn beschrieben worden.

Obwohl süße Flüssigkeiten, welche gemeinen oder krümeligen Zucker enthalten, der geistigen Gährung im Großen unterworfen werden, so genügt doch für beiderlei Zuckerarten ein und dasselbe Sacharometer, indem die Erfahrung lehrt, daß beide Zuckerarten in wässerigen Lösungen bei gleichem Procentengehalte an Zucker gleiche Dichten besitzen.

Im Großen, in den zymotechnischen Gewerben werden aber niemals süße Flüssigkeiten der geistigen Gährung unterworfen, welche bloß allein Zucker gelöst enthalten. In solchen zuckerhaltigen Flüssigkeiten zeigen diese Instrumente, zur Bestimmung ihrer Concentration gebraucht, auch nicht den wahren Zuckergehalt an, sondern den Gehalt an aufgelöster Substanz, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, oder deren Concentration, bestimmt mittelst des Sacharometers. Dennoch aber ist dieses Instrument vollkommen geeignet, den Zymotechniker über die Concentration der von ihm bearbeiteten Flüssigkeiten auf das Gründlichste zu belehren; denn nur der Zucker hauptsächlich ist es, welcher durch die Gährung aus der Flüssigkeit verschwindet, und der Einfluß, welchen die Nebenbestandtheile des Zuckers auf die Sacharometer-Anzeige nehmen, bleibt sich vor und nach der Gährung gleich, so daß in diesem Falle das Sacharometer in der That geeignet ist, den Einfluß in der Dichte der Flüssigkeit zu ermitteln, welcher aus der Zersetzung des Zuckers in derselben resultirt, und aus der entstehenden Differenz in den Sacharometer-Anzeigen auf die Gewichtsmenge des zersetzten, in der Flüssigkeit vorhanden gewesenen Zuckers mit Sicherheit geschlossen werden kann.

Dieß gilt für zuckerhaltige Flüssigkeiten, welche bei ihrer Gährung keine neu gebildete Hefe ausscheiden. Wie sich hier zu benehmen, wenn aus der gährenden Flüssigkeit neue Hefe ausgeschieden wird gebildet aus Substanzen, die früher mit dem Zucker in der Flüssigkeit gelöst waren, dieß wird später bei der

Betrachtung der Wein-, Bier- und Branntwein-Meischgährung erklärt werden.

Es stellen sich nun bei der Beobachtung des Gährungsverlaufes mittelst des Sacharometers mehre Zahlenverhältnisse heraus, die in einer sehr constanten Beziehung zu der Menge des durch die Gährung zersetzten Zuckers wie zu dem Alkoholgehalte der gegohrenen Flüssigkeit stehen, daher dem Zymotechniker Aufschlüsse über die gebildete Menge desselben liefern, woraus sich weiter ergibt, wie groß der ursprüngliche Zuckergehalt oder die Concentration der Flüssigkeit war, bevor sie der Gährung unterworfen wurde.

Um diese Zahlenverhältnisse entwickeln und in Zahlen ausdrücken zu können, nennen wir den Zuckergehalt in dem einen oder die bloße Sacharometer-Anzeige der in die Gährung versetzten zuckerhaltigen Flüssigkeit in dem andern Falle, beide bestimmt mittelst des Sacharometers bei 14° R. Temperatur und ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, $= p$.

Bezeichnen wir für Flüssigkeiten, welche neben dem Zucker noch andere Bestandtheile gelöst enthalten, den Einfluß, welchen der Zuckergehalt auf die Sacharometer-Anzeige nimmt, mit $= z$, und jenen, welchen die Nebenbestandtheile darauf äußern, mit $= x$, so ist in diesem Falle

$$p = z + x.$$

Nur der Einfluß, welchen der Zuckergehalt $= z$, auf die Sacharometer-Anzeige übt, verschwindet durch die Gährung; jener der Nebenbestandtheile $= x$ bleibt auch nach der Gährung noch vorhanden, der Art, daß

$$z = p - x$$

wäre. Allein aus dem Zucker entsteht Alkohol, eine Flüssigkeit, welche specifisch leichter ist als Wasser, wodurch auch die gegohrene Flüssigkeit specifisch leichter wird, als sie wäre, wenn kein Alkohol und statt desselben ein gleiches Gewicht Wasser in derselben enthalten sein würde. Dieser Umstand bedingt einen die Richtigkeit der obigen Gleichung störenden Einfluß, den man aber, wie weiter gezeigt werden wird, in Zahlen ausdrücken und in Rechnung bringen kann.

Um die Concentration einer zuckerhaltigen Flüssigkeit mit dem Sacharometer möglichst genau zu ermitteln, bringt man sie auf die Temperatur von 14° R., füllt sie in das Senkglas und

taucht das wohlgereinigte Instrument mit den Vorsichten in dieselbe ein, wie diese S. 23 angegeben worden.

Die Tiefe des Einsinkens wird von oben an der Gradleiter abgelesen und angemerkt. Es sinke das Sacharometer bis zum 12. Theilstrich und noch $^4/_{10}$ darüber ein, so hat die Flüssigkeit eine Concentration von 12,4 pCt. Sacharometer-Anzeige beziehungsweise Zuckergehalt.

Die zuckerhaltige Flüssigkeit muß klar sein, und wenn sie es nicht sein sollte, vorher durch Filtriren geklärt werden.

Bei Flüssigkeiten, welche durch Zusatz von Hefe in Gährung gebracht werden, ändert sich diese Concentration nach dem Zusatze der Hefe, weil diese wenigstens $^4/_5$ ihres Gewichtes von der gegohrenen Flüssigkeit, aus welcher sie ausgeschieden worden war, oder wenn sie vorher mit Wasser ausgewaschen wurde, ebensoviel Wasser zurückhält, wodurch die Flüssigkeit im gleichen Verhältnisse specifisch leichter wird. Handelt es sich unter diesen Umständen um die größte Genauigkeit, so muß auch das absolute Gewicht der zugesetzten Hefe bestimmt, die Flüssigkeit nach dem Hefenzusatze schnell filtrirt und neuerdings auf ihre Sacharometer-Anzeige geprüft werden, um erstlich den Einfluß zu erfahren, welchen der Zusatz von Hefe hierauf genommen hat und zweitens den richtigen Anfangs- und Vergleichungspunct für die weiteren Beobachtungen zu erhalten.

Die Sacharometer-Anzeige der gegohrenen Flüssigkeit.

Eine jede gährende Flüssigkeit erleidet mit dem Fortgange der Gährung nebst einer Verminderung ihres absoluten Gewichtes auch eine solche ihrer Dichte oder ihrer Sacharometer-Anzeige, und da beide zu dem Fortschritte der Gährung in einem constanten Verhältnisse stehen, so läßt sich aus der Beobachtung und Bestimmung derselben der Fortgang sowohl als der Erfolg der Gährung mit ziemlicher Genauigkeit beurtheilen.

Von der Ermittelung des Verlustes an absolutem Gewichte läßt sich im Großen nicht wohl Gebrauch machen. Der Verlust an der Dichte der gährenden Flüssigkeit während ihres Gährungsverlaufes läßt sich aber sehr leicht ermitteln, und hat zwei sie bedingende Ursachen, nämlich erstens: das Verschwinden des Zuckers aus derselben durch sein Zerfallen in Alkohol und

Kohlensäure, und zweitens: die Bildung von Alkohol, eines Körpers, welcher specifisch leichter ist als Wasser.

Beide Ursachen haben eine mit dem Fortgange der Gährung gleichen Schritt haltende Verminderung der Dichte oder der Sacharometer-Anzeige der gährenden Flüssigkeit zur Folge, welche man Verdünnung oder Attenuation nennt. Man bestimmt sie am besten durch zeitweilig wiederholte Prüfung der gährenden Flüssigkeit mittelst des Sacharometers auf ihre abnehmende Sacharometer-Anzeige, woraus sich bei der Vergleichung mit der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten zuckerhaltigen Flüssigkeit der jeweilige Vergährungsstand derselben genau bestimmen läßt.

Die jedesmalige Sacharometer-Anzeige der gährenden oder gegohrenen Flüssigkeit, durch Prüfung derselben auf ihre Dichte mittelst des Sacharometers bei 14° R. Temperatur ermittelt und ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, bezeichnen wir mit $= m$.

Um diese Größe genau zu bestimmen, muß die zu prüfende gegohrene Flüssigkeit klar sein, und wenn sie dieß nicht sein sollte, filtrirt werden, um sie zu klären; sie muß ferner durch öfter wiederholtes heftiges Schütteln in einer Flasche, die man während dieser Operation zeitweilig lüftet, von dem kohlensauren Gase möglichst befreit werden, welches sie noch absorbirt enthält, indem dieses, in der geprüften Flüssigkeit zurückgehalten, einen etwas modificirenden Einfluß auf deren Sacharometer-Anzeige nehmen und dadurch die Genauigkeit ihrer Bestimmung alteriren würde. Diese Dichte oder Sacharometer-Anzeige der gegohrenen Flüssigkeit kann auch kleiner werden als die des Wassers.

Die scheinbare Attenuation.

Zieht man von der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit ausgedrückt in Sacharometer-Procenten $= p$ jene der gegohrenen Flüssigkeit ebenfalls ausgedrückt in Sacharometer-Procenten $= m$ ab, so erhält man die Differenz beider, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, welche wir die scheinbare Attenuation nennen; sie ist mithin

$$= p - m.$$

Wir nennen diese Attenuation die scheinbare, weil sie nicht die Anzahl Procente Zucker anzeigt, welche durch die geistige Gährung zersetzt worden und aus der Flüssigkeit verschwunden sind. Aus dem Zucker wird nämlich Alkohol gebildet, welcher in der gegohrenen Flüssigkeit verbleibt. Dieser ist specifisch leichter als Wasser, und macht dadurch auch die gegohrene Flüssigkeit leichter, als sie wäre, wenn sich darin kein Alkohol und statt dessen ein gleiches Gewicht Wasser befände, wodurch die Differenz $= p - m$ vergrößert erscheint.

Die scheinbare Attenuation steht mit der Menge des zersetzten Zuckers sowohl als mit der Menge des daraus gebildeten Alkohols im geraden Verhältnisse, so daß sie den Fortgang als auch den jedesmaligen Erfolg der Gährung mit Verläßlichkeit anzeigt. Dieses Mittel zur Prüfung des Gährungsverlaufes, nämlich die Beobachtung der fortschreitenden scheinbaren Attenuation, ist vollkommen praktisch und von der größten Wichtigkeit für den Zymotechniker, der davon leider (außer in England) bis jetzt kaum eine Anwendung und seine Gährung so zu sagen in's Blaue hinein unternommen hat, indem er von dem schlechten oder unvollkommen Erfolge der Gährung immer erst durch das schlechte Resultat, d. h. entweder durch die geringere Qualität oder durch die geringe Menge des gewonnenen Productes, daher allemal zu spät, um helfen zu können, unterrichtet wurde. Ein zweckentsprechender Gebrauch des Sacharometers zur Prüfung der fortschreitenden scheinbaren Attenuation der gährenden Flüssigkeit hilft diesem bisher stattgefundenen Gebrechen vollkommen ab, und es soll sich daher ein solches Instrument in der Hand eines jeden Zymotechnikers befinden und bei seinen Arbeiten unausgesetzt benützt werden.

Die scheinbare Attenuation ist öfters größer als die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der zuckerhältigen Flüssigkeit. Dieß ist dann der Fall, wenn die Dichte oder Sacharometer-Anzeige der gegohrenen Flüssigkeit kleiner ist, als die des Wassers.

Der Alkoholfactor für die scheinbare Attenuation.

Es läßt sich ein Factor denken, den wir mit $= a$ bezeichnen und auch in Zahlenwerthen bestimmen wollen, der, wenn man

ihn mit der scheinbaren Attenuation, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, $= p - m$ multiplicirt, $= (p - m)\,a$, den Alkoholgehalt der gegohrenen Flüssigkeit in Gewichtsprocenten, den wir mit $= A$ bezeichnen, als Product gibt. Hiernach ist

$$A = (p - m)\,a,$$

woraus man, wenn der Alkoholgehalt der gegohrenen Flüssigkeit durch die Destillationsprobe ermittelt ist, den Werth des Factors $= a$ bestimmen kann; denn es ist hiernach

$$a = \frac{A}{p - m}.$$

Die Größe $= a$ nennen wir den Alkoholfactor für die scheinbare Attenuation.

Ihr Werth ist bedingt und abhängig

1) von der, der Gährung unterworfenen Zuckerart;

2) von der ursprünglichen Concentration oder Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten zuckerhaltigen Flüssigkeit;

3) von dem Vergährungsgrade derselben, indem dieser Factor erst in den spätern Gährungsstadien ziemlich constant wird.

Für gemeinen Zucker wechselt er, je nach der ursprünglichen Concentration oder Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit von 5 bis 30 pCt., von 0.4294 bis 0.4810 worüber die Tabelle **IX.** Spalte 2 nähere Nachweisung gibt.

Der Alkoholfactor für die scheinbare Attenuation $= a$ läßt sich aus andern aufgefundenen Zahlenverhältnissen auch durch Rechnung finden und stimmt mit dem auf erstere Art ermittelten vollkommen überein.

Die Kenntniß desselben für jede ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit ist für den praktischen Zymotechniker, wie gesagt, von Wichtigkeit, weil er mit Hilfe desselben jeden Augenblick den Procentengehalt der gegohrenen Flüssigkeit an Alkohol und hiernach auch den absoluten Alkoholgehalt in dem ganzen Quantum der gegohrenen Flüssigkeit berechnen kann. Die Anwendung hiervon wird später in der Branntweinbrennerei vorkommen.

Der scheinbare Vergährungsgrad.

Man kann die jedesmal erfolgte scheinbare Attenuation der gegohrenen Flüssigkeit in Vergleichung mit der ursprünglichen

Sacharometer-Anzeige derselben in einem sehr brauchbaren und leicht verständlichen Zahlenverhältnisse darstellen, indem man die erstere als einen Bruchtheil der letztern ausdrückt, welcher anzeigt, wie groß der Antheil der erfolgten scheinbaren Attenuation in Sacharometer-Procenten $= p - m$ von dem ursprünglichen Extractprocentengehalte der zuckerhaltigen Flüssigkeit $= p$ sei, wobei man letztere $= 1$ setzt, nach der Proportion:

$$p : p - m = 1 : V$$

woraus:

$$V = \frac{p - m}{p}$$

Die Größe V zeigt an, welcher Antheil von der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit durch die Gährung verschwunden ist, und bezeichnet demnach den Grad der mehr oder weniger vorgeschrittenen und erfolgten Vergährung, weßhalb wir sie den Vergährungsgrad nennen. Weil aber dieser Vergährungsgrad aus der bloß scheinbaren Attenuation gefolgert wird, und dieselbe nicht die wirkliche Anzahl der durch die Gährung zersetzten Zuckerprocente anzeigt, so nennen wir denselben den scheinbaren Vergährungsgrad.

Es sei die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige eine Zuckerlösung $p = 18$ pCt., die Sacharometer-Anzeige der gegohrenen Zuckerlösung $m = 3$ pCt.; so ist:

$$V = \frac{18 - 3}{18} = \frac{15}{18} = \frac{5}{6} = 0.833,$$

d. h. 0.833 der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit sind durch die Gährung verschwunden, oder 0.833 ist der scheinbare Vergährungsgrad der gegohrenen Flüssigkeit.

Der scheinbare Vergährungsgrad kann auch $= 1$, er kann selbst größer als 1 sein, wenn die Dichte der gegohrenen Flüssigkeit kleiner ist, als die des Wassers, wie dieß bei den gewöhnlichen Tafelweinen vorkömmt.

Da es keine negative Sacharometer-Procente gibt, so ließe sich in diesem Falle jene Verhältnißzahl nicht wohl ausdrücken; wenn man sich indessen die Scala des Sacharometers aufwärts über den Nullpunct um einige Theilstriche fortgesetzt denkt und jedem Theilstrich den zukommenden Werth nach derselben arithmethischen Reihe zutheilt, so könnte man diese Anzeigen des

Sacharometers negative nennen und auch mit dem Zeichen — bezeichnen

— 1 pCt. wäre demnach entsprechend = 0.9960,
— 2 „ „ „ „ = 0.9921,
— 3 „ „ „ „ = 0.9882,
— 4 „ „ „ „ = 0.9843 specifische Schwere, womit für alle Fälle ausgelangt werden kann; z. B.

Ein Weinmost, dessen Sacharometer-Anzeige = 22 pCt., liefert nach beendigter Vergährung einen Wein, welcher am Sacharometer — 2 pCt. zeigt. Hier ist die scheinbare Attenuation = 22 — (—2) = 24 pCt. Sacharometer-Anzeige und der scheinbare Vergährungs-Grad daher $= \frac{24}{22} = 1.0909.$

Die Bezeichnung des scheinbaren Vergährungsgrades mit Zahlen ist daher ein sehr brauchbares Mittel, um sich über jenes wichtige Attenuations-Verhältniß gegenseitig zu verständigen.

Diese Angabe des Vergährungsgrades hat eine bloß allgemeine relative Bedeutung; gibt man dabei zugleich die Sacharometer-Anzeige der gegohrenen Flüssigkeit = m oder ihre ursprüngliche Concentration = p an, so wird die Bedeutung desselben eine bestimmte, eine specielle.

Es sei z. B. der scheinbare Vergährungsgrad $V = 0.833$, dabei m = 3 pCt. so ist nach der oben für den Werth von V aufgestellten Gleichung:

$$0.833 = \frac{p - 3}{p}$$

woraus:

$$0.833\,p = p - 3$$
$$p - 0.833\,p = 3.$$
$$0.167\,p = 3$$
$$p = \frac{3}{0.167} = 18.$$

Es wäre dabei der Werth von p bekannt = 18 pCt. jener von m aber unbekannt, so ist wieder:

$$0.833 = \frac{18 - m}{18}$$
$$15 = 18 - m.$$
$$m = 3 \text{ pCt.}$$

Man sieht, daß unter diesen Umständen aus dem scheinbaren Vergährungsgrade auch die scheinbare Attenuation und weiters

der Alkoholgehalt der gegohrenen Flüssigkeit gefunden werden kann, welcher aus der Kenntniß der Werthe von p und **m** folgt.

Die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit.

Wenn man eine genau gewogene Menge der gegohrenen, durch heftiges, mehrmals wiederholtes Schütteln in einer Flasche möglichst entkohlensäuerten Flüssigkeit bis auf etwa $\frac{1}{3}$ ihres Gewichtes einkocht, um den darin enthaltenen Alkohol vollständig zu verflüchtigen, so bleiben in der rückständigen Flüssigkeit bloß die fixen Bestandtheile zurück, welche in der gegohrenen Flüssigkeit enthalten waren, und setzt man nun dieser gekochten Flüssigkeit so viel reines oder destillirtes Wasser hinzu, bis wieder genau das vorige absolute Gewicht der zum Einkochen verwendeten gegohrenen Flüssigkeit hergestellt ist, und prüft man die zur Klärung möglichst schnell filtrirte Flüssigkeit (damit dabei keine merkliche Verdunstung Statt finde) bei 14° R. Temperatur derselben wieder auf ihre Sacharometer-Anzeige, so findet man, daß sie bedeutend größer ist, als jene der gegohrenen Flüssigkeit. Sie ist größer als jene, weil kein Alkohol mehr in derselben enthalten ist, der durch seine Gegenwart ihre Dichte oder Sacharometer-Anzeige verringert hatte. Diese durch Kochung entgeistete und durch Wasserzusatz wieder zum vorigen absoluten Gewichte gebrachte Flüssigkeit wollen wir fortan gekochte Flüssigkeit nennen; ihre Sacharometer-Anzeige bei + 14° R, bezeichnen wir, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, mit = **n**. Ist bloß Zucker darin enthalten, so gibt sie unmittelbar den Zuckergehalt der gegohrenen Flüssigkeit in Gewichts-Procenten an.

Die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit ist niemals = 0, sie ist immer größer als 0, d. h. sie ist jedesmal dichter oder specifisch schwerer als Wasser, auch wenn dieselbe noch so vollständig vergohren ist.

Die wirkliche Attenuation.

Subtrahirt man von der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit = **p** jene der gekochten = **n**, so ergibt sich eine Differenz, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, = **p** — **n**, welche

wir die wirkliche Attenuation nennen. Sie zeigt zwar nicht die wirkliche zersetzte Zuckermenge, sondern etwas weniger an, weil zur Bestimmung der Größe = n das absolute Gewicht der gekochten Flüssigkeit durch Zusatz von destillirtem Wasser nicht auf das ursprüngliche Gewicht der in die Gährung versetzten, sondern vielmehr auf das absolute Gewicht der bereits gegohrenen, zum Einkochen verwendeten Flüssigkeit gebracht wurde. Das Erstere ist nämlich deßhalb unmöglich, weil das fragliche absolute Gewicht der Flüssigkeit vor ihrer Gährung unbekannt ist und man nur das der gegohrenen durch Abwägen bestimmen kann. Es ist aber auch nicht nothwendig, es zu kennen, weil mit der letztern Bestimmung vollkommen gedient ist.

Die wirkliche Attenuation steht mit der durch die Gährung zersetzten Zuckermenge so wie mit der Menge des dabei gebildeten Alkohols ebenfalls in gerader Proportion.

Der Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation.

Es läßt sich nun ein Factor denken und durch Gährungsversuche sowohl als durch Rechnung bestimmen, den wir mit = b bezeichnen wollen, welcher, wenn man damit die wirkliche Attenuation, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, = p — n multiplicirt,

$$= (p - n)\, b$$

den Alkoholgehalt der gegohrenen Flüssigkeit in Gewichts-Procenten = A gibt. Hiernach ist:

$$A = (p - n)\, b,$$

woraus, wenn der Alkoholgehalt = A durch die Destillationsprobe ermittelt worden, man den Werth der Größe = b bestimmen kann; denn

$$b = \frac{A}{p - n}.$$

Die Größe = b nennen wir den Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation.

Bestimmung des Alkoholfactors für die wirkliche Attenuation durch Rechnung.

Um diesen Alkoholfactor für gemeinen Zucker durch Rechnung zu finden, kann nach der Sachlage von zweierlei Gesichtspuncten ausgegangen werden, und zwar:

1) Indem man nach der bereits angegebenen Zusammensetzung des Zuckers voraussetzt, daß 100 Gewichtstheile trockener Zucker und 5.263 Gewichtstheile Wasser zusammen 53.801 Gewichtstheile Alkohol und 51.462 Gewichtstheile Kohlensäure liefern;

2) indem man annimmt, daß, wie dieß in der That der Fall ist, 100 Gewichtstheile Zucker nur ein ihm gleiches Gewicht von 51.111 Alkohol und 48.889 Kohlensäure geben.

Vergleicht man die Attenuationsverhältnisse, welche sich bei der Beobachtung des Gährungsverlaufes reiner Lösungen gemeinen Zuckers herausstellen, mit dem Resultate der Rechnung, so findet man, daß sie mit den Alkoholfactoren, nach der erstern Annahme berechnet, nicht zusammenstimmen, daß nämlich der hiernach berechnete Alkoholfactor = b beträchtlich größer ausfällt, als er sich in der Praxis bei den Versuchen darstellt, und dieß ist der Grund davon, daß ich der Ansicht von jener Zersetzungsweise des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure nicht beistimmen kann.

So wie das Resultat der Elementar-Analyse des gemeinen Zuckers, so geben auch die sich herausstellenden Attenuationsverhältnisse bei der Gährung desselben, besonders aber die Menge des durch die Destillationsprobe aus der gegohrenen Zuckerlösung gewonnenen Alkohols in Vergleichung mit der zersetzten Zuckermenge Anhaltspunkte, wonach man die fragliche Ansicht von der Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure controliren kann, und da noch Niemand aus dem Zucker die nach der ersten Annahme berechnete Alkoholmenge erhielt, im Gegentheile immer bedeutend weniger davon gewonnen wurde, so müssen wir jene Ansicht, als dem Resultate des Gährungsversuches widerstreitend, verlassen.

Mit der zweiten Annahme stimmen die Resultate der Versuche am vollkommensten überein. Für diese zweite Annahme sind die Werthe für b in der dritten Spalte verzeichnet. Nach dieser Annahme soll für gemeinen und Krümelzucker die Werthbestimmung des Al-

koholfactors b hier vorgenommen werden. Für die andere Voraussetzung geschieht die Berechnung desselben auf ähnliche Art.

Bezeichnen wir für 100 Gewichtstheile der gegohrenen Flüssigkeit die Menge des zersetzten Zuckers in Gewichtstheilen mit = Z, die daraus erzeugten, in der Flüssigkeit enthaltenen Gewichtstheile Alkohol mit = A und die Gewichtstheile der dabei gebildeten Kohlensäure mit = K, so ist der Erfahrung zufolge

$$Z = A + K. \qquad (I.)$$

Hierbei ist $A = 51.111\ Z$
und $K = 48.889\ Z$.

Die Menge des gebildeten Alkohols verhält sich zur Menge der entwickelten Kohlensäure

$$A : K = 51.111 : 48.889$$
$$A : K = 10000 : 9565$$
woraus: $K = 0.9565\ A$.

Diesen Werth von K in die obige Gleichung substituirt, ist:

$$Z = A + 0.9565\ A,$$
oder:
$$Z = 1.9565\ A. \qquad (II.)$$

Damit haben wir einen Ausdruck für Z, d. h. für jene Zuckermenge gefunden, aus welcher die Menge Alkohol = , die in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit enthalten, entstanden ist. Es läßt sich dafür noch eine zweite Gleichung aufstellen.

100 Gewichtstheile gegohrener Zuckerlösung setzen zu ihrer Erzeugung eine Gewichtsmenge ursprünglicher ungegohrener Zuckerlösung in denselben Gewichtstheilen ausgedrückt voraus: = 100 + der bei der Gährung gebildeten und entwickelten Kohlensäure = K, wobei keine neue Hefe erzeugt wird.

Bezeichnen wir das absolute Gewicht dieser ungegohrenen Zuckerlösung in denselben Gewichtstheilen mit = W, so ist:

$$W = 100 + K,$$
und da $K = 0.9565\ A$, so ist auch
$$W = 100 + 0.9565\ A.$$

Bezeichnet man den Zuckergehalt dieser Flüssigkeit in Gewichtsprocenten mit = p, so ist der absolute Gehalt an Zucker ausgedrückt in Gewichtstheilen = Z′ in der Quantität Zuckerlösung = W,

$$Z' = \frac{W \times p}{100},$$

oder:

$$Z' = \left(\frac{100 + 0.9565\ A}{100}\right) p.$$

Bezeichnen wir ferner den verbliebenen Zuckergehalt in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit mit = n, so ist offenbar

$$Z' = Z + n,$$

und daher ist auch

$$Z + n = \left(\frac{100 + 0.9565\ A}{100}\right) p,$$

woraus:

$$Z = \left(\frac{100 + 0.9565\ A}{100}\right) p - n. \qquad \text{(III.)}$$

Diese durch die Gährung zersetzte Zuckermenge = Z haben wir bereits früher unter II. wegen ihrer constanten Beziehung zur Menge des daraus gebildeten Alkohols durch eine Function dieser Alkoholmenge ausgedrückt, wonach

$$Z = 1.9565\ A.$$

Substituirt man diesen Werth von Z in die Gleichung (III.), so erhält man:

$$1.9565\ A = \left(\frac{100 + 0.9565\ A}{100}\right) p - n,$$

woraus:

$$A = \frac{(p - n)\ 100}{195.65 - 0.9565\ p}. \qquad \text{(IV.)}$$

A ist der Alkoholgehalt in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit.

Für jede einzelne Zuckerlösung ist die Größe = p, folglich auch in der vorstehenden Gleichung die Größe:

$$\frac{100}{195.65 - 0.9565\ p}$$

constant; nur der Werth von n ist veränderlich und bedingt durch den Vergährungsgrad der Flüssigkeit. — Es steht mithin die gebildete Alkoholmenge mit der Differenz p — n, d. h. mit der wirklichen Attenuation im geraden Verhältnisse; je größer diese, desto größer der Alkoholgehalt, und umgekehrt. Ist n = 0, d. h. ist der Zucker durch Gährung vollständig zersetzt und war p = 10 pCt, so ist hiernach:

$$\left.\begin{aligned} A &= 5.374 \\ W &= 105.140 \\ Z &= 10.514 \end{aligned}\right\} \text{Gewichtstheilen,}$$

was vollkommen, daher auch die obige Gleichung richtig ist.

Zur Bestimmung des Alkoholgehaltes in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit nach der erfolgten wirklichen Attenuation wurde früher auch die Gleichung:

$$A = (p - n)\, b$$

aufgestellt. Da die Größen A, p und n in dieser Gleichung gleiche Bedeutung haben mit denselben Größen in der Gleichung IV., so ist auch, da A = A,

$$(p - n)\, b = \frac{(p - n)\, 100}{195.65 - 0.9565\, p},$$

und daraus ist der Alkoholfactor b:

$$b = \left(\frac{100}{195.65 - 0.9565\, p}\right). \qquad \text{(V.)}$$

Dieser hier berechnete Alkoholfactor gilt sowohl für gemeinen Zucker als für wasserfreien Krümelzucker.

Aus dieser Gleichung ist zu ersehen, daß der Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation = b nicht von dem Vergährungsgrade der Flüssigkeit bedingt ist; denn letzterer, er werde ausgedrückt durch die scheinbare Attenuation = p — m oder durch die wirkliche Attenuation = p — n, kommt in der vorstehenden Gleichung nicht vor. Dieser Alkoholfactor ist vielmehr eine für jeden Vergährungsgrad derselben gährenden Flüssigkeit constante Größe; aber sein Werth ist abhängig von dem ursprünglichen Zuckergehalte (Sacharometer-Anzeige) der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit = p, und da dieses im Divisor mit negativem Zeivorkommt, so muß der Werth von b mit jenem von p steigen.

Nimmt man für p Werthe von 5 bis 30 pCt. Zuckergehalt an, so ergeben sich nach den vorstehend aufgestellten Gleichungen für die Alkoholfactoren b die Werthe, wie sie in der genannten Tabelle IX. verzeichnet sind. Die Zahlen stimmen mit den durch Erfahrung gefundenen überein.

Die wirkliche Attenuation ist bei allen gährenden und gegohrenen Flüssigkeiten kleiner als die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit, d. h. $p - n < p$; die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit ist niemals = 0, sie ist immer größer als 0, d. h. die gekochte Flüssigkeit ist jedesmal schwerer als Wasser.

Bei zuckerhaltigen Flüssigkeiten, aus denen bei ihrer Gährung neue Hefe gebildet wird oder welche dabei schwer lösliche Salze ausscheiden, wie z. B. der Wein den Weinstein, muß bei der Berechnung des Alkoholfactors b auch auf den Antheil an der erfolgenden Attenuation Rücksicht genommen werden, welche durch die Absonderung jener vorher aufgelöst gewesenen Bestandtheile veranlaßt wird, die theils zur Bildung der neuen Hefe verwendet, theils im unveränderten Zustande (wie der Weinstein) ausgeschieden werden. Hiervon wird bei der Betrachtung der Gährung des Traubensaftes, der Bierwürze und der Branntweinmeische das Nöthige vorkommen.

Der wirkliche Vergährungsgrad.

Auch das Verhältniß der jedesmal erfolgten wirklichen Attenuation der gegohrenen zu der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit läßt sich in einem sehr brauchbaren und leicht verständlichen Zahlenverhältnisse ausdrücken, wenn man beide in ähnlicher Art vergleicht, wie bei der Aufstellung des scheinbaren Vergährungsgrades angezeigt wurde, und zwar nach der Proportion:

$$p : p - n = 1 : V',$$

woraus:

$$V^1 = \frac{p - n}{p}.$$

Die Größe V^1 zeigt daher an, welcher Antheil von der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit durch die Gährung wirklich verschwunden ist; wir nennen sie deßhalb den wirklichen Vergährungsgrad.

Bei der vollständigen Vergährung würde $n = o$ und hiernach der wirkliche Vergährungsgrad $\frac{p - n}{p} = 1$, ein Vergährungsgrad, den man erfahrungsmäßig selbst bei reinem Zucker niemals erreicht.

Diese Erfahrung, daß bei der vollständigen Vergährung selbst des reinsten Zuckers die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit niemals = 0 wird, sondern daß dieselbe immer eine gewisse Dichte oder eine Sacharometer-Anzeige über 0 ergibt, ist ganz geeignet, ein besonderes Gewicht in die Wagschale zu legen, in welcher abgewogen wird, welche von den

zwei besprochenen Zersetzungsweisen des Zuckers durch die Gährung man für die richtigere ansehen solle. Wenn der Zucker unter Aufnahme von 1 Atom Wasser bloß in Alkohol und Kohlensäure zerfiele und durch die Gährung vollständig zersetzt würde, so müßte nothwendigerweise die Dichte der gekochten gegohrenen Flüssigkeit, welche keinen Alkohol mehr enthält, = 1.000 oder deren Sacharometer-Anzeige = 0 sein. Da dieß jedoch niemals der Fall ist, so muß etwas in der gegohrenen Flüssigkeit verbleiben, was ihre Dichte erhöht oder auf deren Sacharometer-Anzeige Einfluß nimmt. Nun kann allerdings die gebrauchte Hefe eine solche Substanz in der gegohrenen Flüssigkeit zurücklassen; allein die fragliche Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit ist von so großem Belange, circa 1 pCt., daß sie nicht bloß von den auflöslichen Bestandtheilen der Hefe herrühren kann und nothwendigerweise der Bildung eines dritten Körpers aus dem Zucker, der Erzeugung von Milchsäure, zugeschrieben werden muß, welche in der gekochten Flüssigkeit zurückbleibt (nach Dumas als milchsaures Ammoniak) und deren Dichte über das des Wassers erhöht.

Dieß ist ein zweiter, aus der Beobachtung und Ermittelung der Attenuationsverhältnisse bei dem Gährprocesse sich ergebender Beweggrund, welcher für die Ansicht spricht, daß die bisherige Theorie der Zersetzung des Zuckers durch den Gährproceß nicht richtig sein könne und daß man der zweiten folgen müsse, wonach dabei auch ein gewisses Quantum Milchsäure aus dem Zucker entsteht, weil diese mit den sich darstellenden Attenuationsverhältnissen besser übereinstimmt. Deßhalb wurde die letztere Theorie von diesem Processe hier beibehalten und erscheint dieses Vorgehen somit auch gerechtfertigt.

Auch die Angabe des wirklichen Vergährungsgrades hat eine blos relative allgemeine Bedeutung. Sie führt zu einer bestimmten speciellen Erkenntniß, wenn entweder die ursprüngliche Sacharometeranzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit = p, oder jene der gekochten Flüssigkeit = n bekannt ist. Es können nämlich mehre solche Flüssigkeiten von ganz gleichem wirklichem Vergährungsgrade aber dennoch von sehr verschiedener Beschaffenheit sein.

Es sei z. B. $V^1 = 0.50$, $n = 2$ pCt.,
so ist nach der vorne aufgestellten Gleichung:

$$0.5 = \frac{p - 2}{p},$$

woraus:

$$0.5\,p = p - 2$$
$$2 = 0.5\,p, \quad \text{und}$$
$$p = 4 \text{ pCt.}$$

Wäre aber $n = 6$ pCt., so ist:

$$0.5 = \frac{p - 6}{p}$$
$$0.5\,p = p - 6$$
$$6 = 0.5\,p \quad \text{und}$$
$$p = \frac{6}{0.5} = 12 \text{ pCt.}$$

Man ersieht, daß bei ganz gleichem wirklichem Vergährungsgrade die Werthe von n und p und hiernach auch die Alkoholgehalte der gegohrenen Flüssigkeiten, die von der Differenz $p - n$, d. i. von der wirklichen Attenuation bedingt sind, sehr verschieden sein können.

Dennoch hat die Bezeichnung des wirklichen Vergährungsgrades mit Zahlen für die richtige Beurtheilung der Gährprocesse und ihrer Erfolge nicht nur wissenschaftliches Interesse, sondern auch praktischen Werth. Sie zeigt uns nämlich auch an, welcher Antheil von der ursprünglichen Sacharometeranzeige der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit noch verblieben ist und verschafft uns hierüber die gewünschte Kenntniß, denn wäre $V^1 = 0.80$, so sind 0.80 oder 80 Procente dieser Sacharometeranzeige durch die geistige Gährung verschwunden und $1.00 - 0.80 = 0.20$, d. i. 20 Procente davon sind in der Flüssigkeit verblieben.

Die Attenuations-Differenz.

Die scheinbare Attenuation $= p - m$ ist immer größer als die wirkliche Attenuation $= p - n$. Subtrahirt man daher von der erstern die letztere, so erhält man die Differenz beider

$$= (p - m) - (p - n),$$

oder vereinfacht:

$$= n - m,$$

welche wir, in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten ausgedrückt, die **Attenuations-Differenz** nennen und mit = D bezeichnen. Demnach ist:

$$D = n - m.$$

Diese Attenuations-Differenz wird um so größer, je weiter die Gährung vorschreitet, je mehr Zucker durch sie zersetzt, je mehr Alkohol dabei gebildet worden. Sie ist mithin, so wie die beiden Attenuationen, eine veränderliche Größe und steht mit diesen so wie mit dem Alkoholgehalte der gegohrenen Flüssigkeit im geraden Verhältnisse.

Eine einfache Betrachtung lehrt nämlich, daß die Attenuations-Differenz mit dem zunehmenden Alkoholgehalte der gegohrenen Flüssigkeit größer werden müsse und damit im geraden Verhältnisse stehe.

Die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit = n ist immer größer als die der gegohrenen entkohlensäuerten = m. Beide sind kleiner als die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit = p, aber die Ursache dieser Verkleinerung ist bei beiden Anzeigen verschieden.

Bei der Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit = n rührt sie bloß von dem Verschwinden des Zuckers aus der Flüssigkeit her; bei jener der gegohrenen Flüssigkeit rührt sie eben davon, aber auch noch von dem Umstande her, daß aus dem Zucker Alkohol, mithin eine Flüssigkeit entsteht, die leichter ist als Wasser, welche folglich im Verhältnisse ihrer vorhandenen Quantität die Dichte oder die Sacharometer-Anzeige der gegohrenen Flüssigkeit noch mehr verringert. Die Attenuations-Differenz zeigt nämlich den Antheil an, welcher bei der Bestimmung der scheinbaren Attenuation auf Rechnung des in der gegohrenen Flüssigkeit enthaltenen Alkohols kommt. Wenn daher bei der wirklichen Attenuation nur **eine** Ursache zur Verminderung der Sacharometer-Anzeige wirkt, so sind dagegen bei der scheinbaren Attenuation **zwei** derselben vorhanden, und daraus geht **a priori** hervor, daß die scheinbare Attenuation in einem größern Verhältnisse zunehmen müsse als die wirkliche, daß folglich die Attenuations-Differenz mit dem zunehmenden Alkoholgehalte der gährenden Flüssigkeit steige und damit im geraden Verhältnisse stehe. Dividirt man die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit = n mit jener der gegohrenen = m, so erhält man einen Quotienten $\frac{n}{m}$, welcher das Verhältniß

ausdrückt, in welchem bei dem jeweiligen Gährungsstande und bei fortschreitender Gährung die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit größer wird als die der gegohrenen alkoholhaltigen. Dieser Quotient kann niemals kleiner sein als = 1; denn als Würze ist $p = n = m$, und folglich $\frac{n}{m} = 1$. Mit der fortschreitenden Gährung wird derselbe immer größer, zu Ende der Gährung am größten; wenn m sich = 0 nähert, sehr groß, und wenn endlich $m = 0$, ist dieser Quotient $\frac{n}{0}$ unendlich groß. Dieses Größerwerden jenes Quotienten mit dem erfolgenden Gährungsfortschritte ist das einzige Gesetz, welches sich hierin ausmitteln und wahrnehmen läßt, und eben auch Ursache der größer werdenden Attenuations-Differenz. Es lassen sich aber keine proportionale Beziehungen desselben zu dem Alkoholgehalte und zu dem ursprünglichen Zuckergehalte oder zu der Sacharometer-Anzeige der in die Gährung versetzten Flüssigkeit auffinden und aufstellen, was schon daraus mit mathematischer Gewißheit hervorgeht, daß wenn $m = 0$ und demnach der Quotient $\frac{n}{0}$ unendlich groß ist, der Alkoholgehalt der gegohrenen Flüssigkeit und die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige derselben dennoch begrenzte Größen bleiben. Daher ist auch, wenn dieser Quotient z. B. = 2.000 ist, der Alkoholgehalt der Flüssigkeit ein ganz verschiedener, je nachdem in diesem Falle die ursprüngliche Concentration der Flüssigkeit 10 oder 20 pCt. Sacharometer-Anzeige betrug.

Der Vergährungs-Grad für die Attenuations-Differenz $= \frac{n - m}{p}$ ist von minderem Interesse; er erreicht niemals die Größe = 0.25, auch wenn die Vergährung des Zuckers ganz vollständig erfolgt ist.

Der Alkoholfactor für die Attenuations-Differenz.

Es läßt sich ein Factor denken und bestimmen, den wir mit = c bezeichnen wollen, welcher, wenn man damit die Attenuations-Differenz, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten $= n - m$ multiplicirt, den Alkoholgehalt der

gegohrenen Flüssigkeit in 100 Gewichtstheilen derselben = **A** als Product gibt.

Hiernach ist:

$$A = (n - m)\, c,$$

und daraus findet man, wenn der Alkoholgehalt der Flüssigkeit durch die Destillationsprobe ermittelt ist, den Werth von

$$c = \frac{A}{n - m}.$$

Diesen Factor = **c** nennen wir den Alkoholfactor für die Attenuations-Differenz.

Die beiden Sacharometer-Anzeigen — nämlich = **m** oder jene der gegohrenen entkohlensäuerten, und = **n** oder jene der durch Kochen entgeisteten Flüssigkeit — sind Größen, welche sich bei einer jeden gegohrenen Flüssigkeit leicht durch einen einfachen Versuch ermitteln lassen. Ist daher der Werth des Alkoholfactors = **c** bekannt, so läßt sich mit Hilfe desselben aus der sich jedesmal darstellenden oder ergebenden Attenuations-Differenz der Alkoholgehalt in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit berechnen. Den Werth des Alkoholfactors = **c** kann man ebensowohl durch Rechnung als durch unmittelbar dahin abzielende Gährungs- und Destillations-Versuche bestimmen.

Dieser Alkoholfactor stellt sich als eine ebenso constante Größe dar, wie die Alkoholfactoren für die beiden Attenuationen; er ist etwas verschieden, je nach der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der in die Gährung versetzten Flüssigkeit; behält aber bei derselben gährenden Flüssigkeit für jeden Vergährungsgrad einen gleichen Werth.

Von der Ermittelung seines Werthes durch Rechnung kann erst später die Rede sein, bis wir noch die Bedeutung eines anderen Attenuations-Verhältnisses, die des Attenuations-Quotienten werden kennen gelernt haben. In der Tabelle **IX.** sind diese Werthe der Alkoholfactoren für die Attenuations-Differenzen nach den ursprünglichen Sacharometer-Anzeigen der zuckerhaltigen Flüssigkeiten von 5 bis 30 Procent zusammengestellt, um davon vorkommenden Falls Gebrauch machen zu können.

Der Nutzen den uns ihre Kenntniß bringt, wird später erklärt werden.

Der Attenuations-Quotient.

Wenn man die scheinbare Attenuation = p — m mit der wirklichen Attenuation = p — n, beide ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, dividirt, so erhält man eine Zahl als Quotienten, die wir den Attenuations-Quotienten nennen und mit = q bezeichnen wollen. Hiernach ist:

$$q = \frac{p - m}{p - n}.$$

Dieser Quotient ist zwar nach der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten und gegohrenen Flüssigkeit etwas verschieden; er ist nämlich größer bei größerer Concentration und kleiner bei geringerer Concentration derselben; aber er ist für eine und dieselbe zuckerhaltige Flüssigkeit in den spätern Gährungsstadien, wenn die Attenuations-Differenz sich der Zahl = 1.000 nähert und sie übersteigt, ziemlich constant.

Die möglichst genaue Bestimmung der Zahlenwerthe für die Attenuations-Quotienten, je nach der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeiten, begründet die genaue Prüfung der gegohrenen Flüssigkeiten auf ihre wesentlichen Bestandtheile und die Ermittelung ihrer übrigen technischen Beziehungen mittelst des Sacharometers, mithin die Möglichkeit und Wichtigkeit ihrer praktischen Anwendung zur Prüfung der gegohrenen Flüssigkeiten. Die Attenuations-Quotienten werden unmittelbar durch Gährungsversuche bestimmt, indem bei denselben nach Feststellung der Sacharometer-Anzeige der in die Gährung versetzten zuckerhaltigen Flüssigkeit die scheinbare sowohl als die wirkliche Attenuation von 24 zu 24 Stunden während der fortschreitenden Gährung ermittelt und daraus nach der angezeigten Division der Attenuations-Quotient gesucht wird. Dieser Attenuations-Quotient zeigt daher an, um wie vielmal die scheinbare Attenuation größer ist als die wirkliche, nach der Proportion:

$$p - n : p - m = 1 : q,$$

woraus

$$q = \frac{p - m}{p - n}.$$

In der Tabelle IX Spalte 5 sind die sich bei Versuchen mit Zuckerlösungen von 5, 10, 15, 20, 25 und 30 pCt. Zuckerge-

halt ergebenden Attenuations-Quotienten verzeichnet; jene für die Zwischenprocente wurden durch Interpolation ergänzt. Sie steigen im Werthe von $q = 1.200$ für $p = 5$ pCt. bis $q = 1.245$ für $p = 30$ pCt., und nehmen für jedes Procent Zuckergehalt um 0,001 zu. Bei diesen Gährungsversuchen hat sich ergeben, daß die Attenuations-Quotienten für eine und dieselbe Zuckerlösung nicht für jeden Vergährungsgrad sich so constant zeigen, daß nicht kleine Differenzen um 0,001, 0,002 und 0,003 dabei Statt fänden; allein der Umstand daß diese Differenzen sich bald negativ, bald positiv zeigen, beweist hinreichend, daß sie nur darin begründet sind, daß die Dichten oder Sacharometer-Anzeigen der gegohrenen und der gekochten Flüssigkeiten nicht hinreichend scharf bestimmt worden sind und nicht wohl genauer bestimmt werden können, indem zu so überaus genauen Wägungen viel feinere und dadurch theuere Wagen erforderlich wären, wodurch diese Prüfungsweise in der Praxis weniger zugänglich würde. Die Bestimmung geschah nämlich immer nur bis auf ein Zehntausendtel des Gewichtes, während dazu eine solche bis auf Hunderttausendtel desselben nothwendig wäre. Die Erfahrung lehrt aber, daß die erreichte Genauigkeit sowohl für die wissenschaftlichen als für die praktischen Zwecke vollkommen genügend ist, indem die directe Bestimmung des Alkoholgehaltes der gegohrenen Flüssigkeit der nach den erprobten Zahlenwerthen für die Attenuations-Quotienten berechneten genau entspricht. Die in der Tabelle verzeichneten Attenuations-Quotienten sind daher Mittelzahlen, und in der That macht eine so kleine Differenz ihrer Werthe durchaus keinen erheblichen Unterschied in den damit berechneten Resultaten, welcher Unterschied um so kleiner wird, je weiter die Gährung vorschreitet, und es stellt sich dabei sehr deutlich jenes aufsteigende Verhältniß in ihren Werthen bei zunehmender Concentration der zuckerhaltigen Flüssigkeiten heraus, so daß die in der Tabelle dafür angegebenen Zahlen als die richtigen angesehen werden müssen.

Beziehungen des Attenuationsquotienten zu den übrigen Attenuations-Verhältnissen, und Anwendung desselben zu ihrer nähern Bestimmung.

Die Kenntniß der Attenuations-Quotienten giebt uns ein sehr schätzbares Mittel an die Hand, mit Hilfe derselben durch Rechnung zu bestimmen:

1. Die Werthe der Alkoholfactoren für die scheinbare Attenuation $= a$;

2. Die Werthe der Alkoholfactoren für die Attenuations-Differenz $= c$;

3. Die Beziehung des scheinbaren und wirklichen Vergährungsgrades zu einander;

4. Die ursprünglichen Sacharometer-Anzeigen der zuckerhaltigen Flüssigkeiten, aus welchen die gegohrenen Flüssigkeiten gewonnen wurden.

ad 1. Dividirt man nämlich die beiden vordem aufgestellten Gleichungen zur Berechnung des Alkoholgehaltes der gegohrenen Flüssigkeit aus der scheinbaren und wirklichen Attenuation:

$$A = (p - m)\, a \text{ und}$$
$$A = (p - n)\, b$$

mit einander, nämlich

$$\frac{A = (p - m)\, a}{A = (p - n)\, b},$$

so erhält man daraus:

$$\frac{b}{a} = \frac{p - m}{p - n}$$

und da letztere Größe $= q$, so ist auch

$$\frac{b}{a} = q$$

und daraus ist:

$$a = \frac{b}{q},$$

d. h. man erhält den Alkoholfactor für die scheinbare Attenuation, wenn man jenen für die wirkliche Attenuation mit dem zukommenden Attenuationsquotienten dividirt. Die so erhaltenen Rechnungsresultate stimmen mit den durch Erfahrung gefundenen vollkommen überein.

ad 2. Zur Berechnung des Alkoholgehaltes der gegohrenen Flüssigkeit aus der wirklichen Attenuation und aus der Attenuations-Differenz haben wir vordem die zwei Gleichungen aufgestellt:

$$A = (p - n)\, b \text{ nnd } A = (n - m)\, c.$$

Hiernach ist auch:

$$(p - n)\, b = (n - m)\, c. \qquad \text{(I)}$$

Suchen wir aus der Gleichung für den Attenuations-Quotienten

$$q = \frac{p - m}{p - n}$$

den Werth von m, so ist:

$$m = p - (p - n)\, q$$

und setzen wir diesen in die Gleichung I, so erhalten wir:

$$(p - n)\, b = \big(n - (p - (p - n)\, q)\big)\, c,$$

welche Gleichung aufgelöst giebt:

$$(p - n)\, b = (n - p + (p - n)\, q)\, c$$

$$(p - n)\, b = (- (p - n) + (p - n)\, q)\, c$$

$$(p - n)\, b = (p - n)\, (q - 1)\, c$$

$$b = (q - 1)\, c$$

$$\text{und } c = \frac{b}{q - 1}.$$

Nach der vorstehenden Gleichung sind in Tabelle IX die Werthe für den Alkoholfactor c berechnet. b und q sind für jede ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der gegohrenen Flüssigkeit constante Größen, demnach erhält auch der Alkoholfactor für die Attenuations-Differenz = c einen für dieselbe Flüssigkeit und für alle Vergährungsgrade derselben ebenfalls constanten Werth. Die Attenuations-Differenz selbst aber ist die variable Größe.

Von der Kenntniß dieses Alkoholfactors wird vorzüglich Gebrauch gemacht bei den Untersuchungen gegohrener Flüssigkeiten, bei welchen der Werth von p, d. i. die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der gegohrenen Flüssigkeit unbekannt ist. Seine Werthe sind so wie jene der Alkoholfactoren für die scheinbare und wirkliche Attenuation in ziemlich enge Grenzen eingeschlossen, indem sie nach Tabelle IX innerhalb der Werthe für p von 5 bis 30 pC. nur von 2.3813 bis 2,4444, mithin um 0.0631 steigen. Dieß gestattet in gewissen Fällen, wo es sich nur um näherungsweise Bestimmungen handelt, einen mittleren Werth davon in Rechnung nehmen zu können.

ad 3. Zur Nachweisung der Beziehung zwischen dem scheinbaren und wirklichen Vergährungsgrade, bringen wir die Gleichungen, die wir dafür haben in eine Proportion. Es war:

$$V = \frac{p - m}{p} \qquad V^1 = \frac{p - n}{p}$$

und es verhält sich hiernach:

$$V : V^1 = \frac{p - m}{p} : \frac{p - n}{p}$$

$$V : V^1 = p - m : p - n$$

und da:

$$p - m : p - n = q : 1,$$

so verhält sich auch:

$$V : V^1 = q : 1,$$

woraus

$$\frac{V}{V^1} = q \text{ und}$$

$$V^1 = \frac{V}{q},$$

d. h. man gelangt zur Kenntniß des wirklichen Vergährungsgrades, wenn man den scheinbaren Vergährungsgrad mit dem Attenuations-Quotienten dividirt, welcher dem ursprünglichen Werthe von p zukommt.

ad 4. Aus der für die Berechnung der Attenuations-Quotienten aufgestellten Gleichung:

$$q = \left(\frac{p - m}{p - n}\right)$$

findet man die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit = p

$$p = \left(\frac{nq - m}{q - 1}\right)$$

Von dieser Gleichung für p wird Gebrauch gemacht, wenn man aus den an gegohrenen Flüssigkeiten ermittelten Werthen von m und n jene von p zu berechnen hat, Fälle, welche bei Untersuchungen geistiger Getränke am häufigsten vorkommen.

Der Werth von p, d. i. die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit, läßt sich auch noch auf andere Weise aus der ermittelten Attenuations-Differenz finden.

Es war nämlich:

$$A = (p - n)\, b \text{ und } A = (n - m)\, c,$$

demnach ist auch:

$$(p - n)\, b = (n - m)\, c;$$

der Werth von c wurde aber bestimmt

$$c = \frac{b}{q - 1},$$

diesen Werth von c in die obige Gleichung substituirt erhält man:

$$(p - n)\, b = (n - m)\, \frac{b}{q - 1},$$

woraus:

$$p - n = \left(\frac{n - m}{q - 1}\right) \qquad \text{(I)}$$

und addiren wir beiderseits n, so ist:

$$p - n + n = \left(\frac{n - m}{q - 1}\right) + n,$$

woraus:

$$p = \left(\frac{n - m}{q - 1}\right) + n. \qquad \text{(II)}$$

Noch auf eine andere Weise kann aus der Gleichung

$$(p - n)\, b = (n - m)\, c$$

der Werth von p gefunden werden. Es ist nämlich hieraus:

$$\frac{c}{b} = \left(\frac{p - n}{n - m}\right)$$

$$\frac{c}{b}\,(n - m) = p - n \text{ und}$$

$$p = \frac{c}{b}\,(n - m) + n. \qquad \text{(III)}$$

Für jeden ursprünglichen Werth von p sind c und b constante, n und m, daher auch die Attenuations-Differenz $= n - m$ variable Größen, welche letztere eben durch die Prüfung der gegohrenen Flüssigkeiten ermittelt werden. Der Werth von $\frac{c}{b}$ läßt sich aber für jede ursprüngliche Sacharometer-Anzeige $= p$ der zuckerhaltigen Flüssigkeit aus den bekannten Werthen von b und c berechnen, und es sind dieselben so bestimmt in der letzten Spalte von Tabelle IX verzeichnet. So wie aus der Gleichung II, kann man auch aus jenen unter III den Werth für p annähernd und ganz genau berechnen, wie später bei der Betrachtung über die Anwendung der Attenuationslehre vorkommen wird.

$n - m$ ist die an jeder gährenden oder gegohrenen Flüssigkeit leicht zu ermittelnde Attenuations-Differenz. Es folgt daraus, daß, um zur Kenntniß des Werthes von p für jede gegohrene Zuckerlösung zu gelangen, ein Experiment, nämlich das Einkochen der gegohrenen Flüssigkeit nothwendig sei, welches zur Erkenntniß des Werthes von n führt. Der Werth von m ist an jeder gegohrenen Flüssigkeit unmittelbar zu bestimmen, und jener von q ist aus Versuchen hervorgegangen, für jeden ursprünglichen Werth von p bereits bekannt.

Man findet auf diese Weise zunächst die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit, woraus die gegohrene entstanden ist, nnd wenn diese bekannt geworden, ergeben

sich daraus mit Benützung der Alkoholfactoren die Alkoholgehalte der gegohrenen Flüssigkeiten und alle übrigen Attenuations-Verhältnisse.

Es lassen sich statt der Sacharometer-Anzeigen auch die specifischen Schweren der zuckerhaltigen ungegohrenen, gegohrenen und gekochten Flüssigkeiten in Rechnung nehmen und dabei ähnliche Gleichungen ableiten; allein weil gleiche Zunahmen im Zuckergehalte der Flüssigkeiten ungleichgroßen Zunahmen in der Dichte derselben entsprechen, so gelangt man dadurch zu Zahlen, die keine gehörige Proportionalität zeigen und deßhalb zur Beurtheilung der Attenuationsverhältnisse unbrauchbar sind. Die Dichten der Flüssigkeiten müssen daher hierzu immer erst in Sacharometer-Procente übertragen werden.

Man könnte ferner noch mehre mathematische Beziehungen und Proportionalitäten der Attenuationszustände bei der Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten aufstellen, die in wissenschaftlicher Hinsicht zwar Interesse darbieten, in der Praxis aber füglich unbeachtet bleiben können, weßhalb davon hier Umgang genommen wird.

Wegen der constanten proportionalen, physikalisch-mathematischen Beziehungen nun, welche sich bei der beschriebenen Beobachtung des Gährungsverlaufes zuckerhaltiger Flüssigkeiten und bei einer gewissen Behandlung derselben herausstellen, welche wiederholt Zeugniß geben von der Gesetzmäßigkeit, mit welcher die Natur in allen ihren Werken, und in ihren Erscheinungen vorgeht und welche wir so häufig wahrzunehmen Gelegenheit haben, nenne ich diese in Bezug auf die geistige Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten ermittelten proportionalen Beziehungen Attenuations-Gesetze.

Es ist nothwendig, sich diese Verhältnisse und Gesetze, so wie die Bedeutung der bezeichneten Größen dem Gedächtnisse und dem Verstande einzuprägen, weil davon bei der Betrachtung der Gährprocesse im Folgenden fortwährend Gebrauch gemacht werden wird, und weil sie auch zur richtigen Bezeichnung bei Beurtheilung der Gährprocesse und Gährungserfolge von großem, praktischem Nutzen sind. Ebenso ist durchaus nothwendig, daß die Begriffe der Attenuationslehre in die Kunstsprache des

Zymotechnikers Eingang finden, weil man sich nur dadurch über die Gährungserscheinungen richtig zu verständigen vermag.

Um jedoch Mißverständnissen im Vorhinein zu begegnen, muß ich hier die Bemerkung beifügen, daß ich zur Auffindung und Verfolgung dieser Attenuationsgesetze veranlaßt worden bin durch die in England in den Jahren 1804 u. s. w. auf Anordnung der Regierung von einer sachverständigen Commission vorgenommenen Versuche über Bier- und Branntwein-Erzeugung im Großen zum Behufe der Ausmittellung einer richtigen Besteuerung und Controle dieses Gewerbes, und daß sich darin zuerst des Wortes „Attenuation" zur Bezeichnung der fortschreitenden Verdünnung gährender Flüssigkeiten bedient wird, so wie, daß diese Commission, deren Mitglied Prof. Thomson war, schon eine scheinbare und wirkliche Attenuation, wie auch eine Attenuations-Differenz unterschied, und Anleitung gab, hiernach die Alkoholgehalte der gegohrenen Flüssigkeiten zu beurtheilen, jedoch nicht mit der Genauigkeit und Vollständigkeit, wie ich die Versuche durchgeführt habe, und in einer Art mit Gewichts- und Maßbeziehungen, die nur dem englischen Gewerbsmanne verständlich sind. Die weitere Ausführung der Attenuationslehre, die Einführung des Procenten-Sacharometers zur Ermittellung der Attenuations-Verhältnisse, wodurch sie allgemein brauchbar und verständlich werden, so wie deren richtige Anwendung in der Praxis ist meine Arbeit dabei.

Die Attenuationslehre macht einen wesentlich integrirenden Theil der Wissenschaft über Gährungschemie aus, und kann gegenwärtig dabei nicht mehr umgangen oder entbehrt werden. Sie ist der physikalisch mathematische Theil der Gährungschemie, auf welchem die Begründung derselben als Wissenschaft beruht, und sie gewährt deßhalb auch eine Einsicht in die Gährprocesse, die vordem gar nicht zu erreichen war. Aus dieser Ursache müssen wir das Studium der Attenuationslehre und die daraus folgende richtige Auffassung der Bedeutung der Attenuations-Verhältnisse allen ausübenden Zymotechnikern dringend anempfehlen, und können ihnen die Versicherung beifügen, daß ihre dazu aufgewendete Mühe reichlich durch die Befriedigung und das Vergnügen aufgewogen werden wird, welche ihnen die dadurch erworbenen Einsichten in die Gährprocesse und die daraus hervorgehenden Andeutungen zu Verbesserungen bieten werden.

Zur besseren Erreichung dieses Zweckes sollen hier diese Attenuationsverhältnisse noch einmal übersichtlich zusammengestellt werden.

Die Attenuationsverhältnisse und Attenuationsgesetze.

Die Attenuationsverhältnisse lassen sich unterscheiden in

a) die der scheinbaren Attenuation

b) in die der wirklichen Attenuation,

c) in die der Attenuationsdifferenz und

d) in die des Attenuationsquotienten.

Es wird nützlich sein, diese Verhältnisse in der angezeigten Ordnung hier zusammenzufassen.

Ad a. Verhältnisse der scheinbaren Attenuation.

Dazu gehören:

1. Die Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten zuckerhaltigen Flüssigkeit bei 14° R. Temp. bestimmt = p.

2. Die Sacharometer-Anzeige der gegohrenen entkohlensäuerten Flüssigkeit, bei derselben Temperatur ermittelt = m.

3. Die erfolgte aus beiden Beobachtungen sich ergebende scheinbare Attenuation, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten = p — m.

4) Der aus der Vergleichung der scheinbaren Attenuation mit der Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit sich ergebende scheinbare Vergährungs-Grad $= \frac{p - m}{p} = V.$

5. Der Alkoholfactor für die scheinbare Attenuation = a.

6. Die Gleichung zur Berechnung des Alkoholgehaltes = A in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit, aus der scheinbaren Attenuation p — m mit Hilfe des zugehörigen Alkoholfaktors = a

$$A = (p - m)\, a$$

endlich:

7. Die Gleichung zur Bestimmung des Werthes für den Alkoholfactor = a, entnommen aus der vorstehenden, wonach:

$$a = \left(\frac{A}{p - m.}\right)$$

Diese Verhältnisse lassen sich entweder unmittelbar durch Prüfung der zuckerhaltigen und gegohrenen Flüssigkeiten mit dem Sacharometer ermitteln, wie die Bedeutungen von p und m, theils folgen sie aus diesen durch Vergleichung, wie die Werthe von $p - m$ und von $\frac{p - m}{p}$, oder sie sind durch directe Versuche gefunden, wie die Werthe von A und a, und hierauf zum Gebrauche in Tabellen zusammengestellt.

Diese Attenuations-Verhältnisse sind die einfachsten, am leichtesten zu ermitteln, und deßhalb auch dem empirischen Gewerbtreibenden verständlich und von ihm anwendbar; er wird davon den nützlichsten Gebrauch machen können. Es gereicht mir zur Befriedigung, daß davon nach meiner Anleitung bereits in vielen Branntweinbrennereien und in mehren Bierbrauereien Gebrauch gemacht wird. Anleitung zu diesem Gebrauche wird später bei der Betrachtung der genannten Gewerbe gegeben werden.

Ad b. Verhältnisse der wirklichen Attenuation.

Die Ermittelung dieser Attenuations-Verhältnisse erfordert die Vornahme eines Versuches, nämlich die Einkochung der gegohrenen Flüssigkeit zur Verflüchtigung des Alkohols und dadurch zur Beseitigung des Einflusses, welchen derselbe auf die Dichte der gegohrenen Flüssigkeit nimmt. Dieß macht die Anwendung eines geeigneten Apparates nebst Wage und Gewicht nothwendig, und ist deßhalb dem praktischen Zymotechniker weniger zugänglich. Es ist diese Ermittelung für ihn auch weniger nothwendig. Sie ist aber unbedingt erforderlich, wenn es sich um gründlichere Einsicht in die Attenuations-Verhältnisse und um die Zurückführung gegohrener geistiger Flüssigkeiten auf die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit, woraus erstere erzeugt worden sind, handelt.

Zu diesen Attenuations-Verhältnissen gehören:

8. Die Sacharometer-Anzeige der gegohrenen gekochten Flüssigkeit bei 14° R. Temp. = n. Sie drückt den Einfluß aus, welchen die in der gegohrenen Flüssigkeit enthaltenen nicht flüchtigen und durch die Gährung nicht zersetzten oder nicht ausgeschiedenen Bestandtheile auf die Anzeige an dem Sacharometer nehmen. Enthält die Flüssigkeit blos Zucker, so entspricht die Anzeige = n dem Gehalte an unzersetzten Zucker in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit.

9. Die erfolgte wirkliche Attenuation, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten = p — n.

10. Der aus der Vergleichung der wirklichen Attenuation = p — n mit der Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit = p sich ergebende wirkliche Vergährungsgrad $= \frac{p-n}{p} = V^1$.

11. Der Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation = b.

12. Die Gleichung zur Berechnung des Alkoholgehaltes = A in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit aus der wirklichen Attenuation = p — n mit Hilfe des zugehörigen Alkoholfactors = b

$$A = (p - n)\,b.$$

13. Die Gleichungen zur Bestimmung der Werthe für die Alkoholfactoren = b, entnommen aus der vorstehenden Gleichung, wornach:

$$b = \left(\frac{A}{p - n}\right)$$

und aus den Verhältnissen berechnet, daß aus 100 Gewichtstheilen Zucker, nur 51,111 Gewichtstheile Alkohol und 48.889 Gewichtstheile Kohlensäure entstehen, so wie daß sich die Menge des gebildeten Alkohols verhält zur Menge der erzeugten Kohlensäure wie 1,0000: 0.9565.

$$b = \left(\frac{100}{195.65 - 0.9565\,p.}\right)$$

Ad c. Die Verhältnisse der Attenuations-Differenz.

14. Die Attenuations-Differenz, ausgedrückt in Sacharometer-Procenten = n — m. = D.

15. Der Alkoholfactor für die Attenuations-Differenz = c.

16. Die Gleichung zur Berechnung des Alkoholgehaltes = A in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit aus der Attenutions-Differenz = n — m mit Hilfe des zugehörigen Alkoholfactors = c

$$A = (n - m)\,c.$$

17. Die Gleichung zur Bestimmung des Werthes für den Alkoholfactor = c, entnommen aus der vorstehenden, wornach:

$$c = \left(\frac{A}{n - m}\right)$$

dann:

18. Die Gleichung zur beiläufigen und genauen Berechnung des Werthes von p aus der Attenuations-Differenz

$$p = \frac{c}{b}(n - m) + n.$$

Ad d. Die Verhältnisse des Attenuations-Quotienten.

19. Die Gleichung für den Attenuations-Quotienten $= q$

$$q = \left(\frac{p - m}{p - n}\right)$$

20. Die Gleichung zur Berechnung des Werthes für den Alkoholfactor $= a$, welcher der scheinbaren Attenuation zukömmt, mittelst des Attenuations-Quotienten:

$$a = \frac{b}{q}$$

21. Die Gleichung zur Berechnung des Alkoholfactors $= c$, welcher der Attenuations-Differenz entspricht, mit Hilfe desselben Quotienten:

$$c = \left(\frac{b}{q - 1}\right)$$

22. Das Verhältniß des scheinbaren zum wirklichen Vergährungsgrade: $V : V^1 = q : 1$ woraus $V^1 = \frac{V}{q}$

23. Die Gleichungen zur Berechnung der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige $= p$ der zuckerhaltigen Flüssigkeit, woraus die gegohrene gewonnen worden, nach den Sacharometer-Anzeigen der gegohrenen und gekochten Flüssigkeiten mit Hilfe des Attenuations-Quotienten:

$$p = \left(\frac{nq - m}{q - 1}\right)$$

und aus der Attenuations-Differenz

$$p = \left(\frac{n - m}{q - 1}\right) + n$$

Die vorstehenden Attenuations-Verhältnisse **ad c** und **ad d** ergeben sich aus der Vergleichung der beiden Attenuationen, und machen deßhalb, um zu ihrer näheren Kenntniß zu gelangen, ebenfalls die Vornahme der Einkochung der gegohrenen Flüssigkeit nothwendig.

Jeder Theil derselben hat seine besondere Wichtigkeit und sein ihm gestecktes Sehfeld in Absicht auf die Beurtheilung des Gährprocesses und der durch ihn erzeugten Producte, wie die folgenden Andeutungen über die Anwendungen derselben zeigen werden.

Die Anwendung der Attenuationsgesetze zur Prüfung gegohrener Flüssigkeiten.

Die vorstehend entwickelten Gleichungen, welche die aufgefundenen Attenuationsverhältnisse darstellen, gestatten Anwendungen, die sowohl in wissenschaftlicher als praktischer Beziehung gleich wichtig sind. Von diesen Anwendungen wird zwar erst bei der Betrachtung der speciellen Zweige der Gährungschemie umständlicher gesprochen werden, indessen wird es nützlich sein, hier darauf im Vorhinein hinzuweisen und sie im Allgemeinen anzugeben.

Mit Hilfe des Sacharometers und der hier aufgestellten Attenuations-Gleichungen kann man nämlich

1) aus der fortschreitenden scheinbaren Attenuation den jeweiligen Vergährungsstand der Flüssigkeit und ihren Alkoholgehalt im Voraus ziemlich genau bestimmen, ohne erst auf das Resultat der Destillation der gegohrenen Flüssigkeit warten zu müssen. Dieß ist besonders wichtig bei der Gährung der Branntweinmeische. Indem man während des Gährungsverlaufes diese scheinbare Attenuation mittelst des Sacharometers zeitweilig ermittelt und dieselbe, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, mit dem zugehörigen Alkoholfactor (= a) multiplicirt, erhält man ein Product, welches anzeigt, wie viel Pfund absoluten Alkohols in 100 Pfund der klaren gegohrenen Flüssigkeit enthalten sind. Daraus kann man leicht den absoluten Alkoholgehalt der ganzen gegohrenen Flüssigkeitsmasse, deren absolutes Gewicht bekannt ist, berechnen.

Man gelangt dadurch zu einer Kenntniß, welche für die Praxis des Betriebes so wie für die Controle der Besteuerung des Gewerbes der Alkoholerzeugung (Branntweinbrennerei, Spiritusfabrication) von hoher Wichtigkeit ist und in England in einer eigenthümlichen Art bereits dazu angewendet wird.

2) Aus der Bestimmung der Sacharometer-Anzeige der gegohrenen und gekochten Flüssigkeiten, auch wenn die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der ungegohrenen Flüssigkeit nicht bekannt ist, kann man mit Hilfe der sich darstellenden Attenuations-Differenz ermitteln:

a) die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige oder Concentration der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit;

b) den Alkohol-, Extract- und Wassergehalt der gegohrenen Flüssigkeit;

c) den jedesmaligen Vergährungsgrad derselben.

Man erkennt ohne Mühe, daß diese Ermittelungen sowohl für die technische als auch für die politische und cameralistische Überwachung der steuerpflichtigen Gewerbe der Gährungschemie von der größten Bedeutung sind.

Im Allgemeinen verfährt man bei der Anwendung auf folgende Art:

Bei einer jeden zur Prüfung in den oben angedeuteten Beziehungen übergebenen gegohrenen geistigen Flüssigkeit lassen sich nur zwei Attenuationsverhältnisse direct, eine dritte erst unmittelbar aus diesen beiden bestimmen, und zwar:

a) die Sacharometer-Anzeige der gegohrenen Flüssigkeit $= \mathbf{m}$;

b) die der gekochten Flüssigkeit $= \mathbf{n}$;

c) die Attenuations-Differenz $= \mathbf{n} - \mathbf{m}$.

Andere Wahrnehmungen lassen sich an den gegohrenen geistigen Flüssigkeiten nicht machen; die hier genannten und bestimmbaren genügen aber vollkommen, die verlangten Aufschlüße über dieselben zu geben.

Vorerst ist es nothwendig, daraus den Werth für p, d. h. die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit zu suchen, woraus die gegohrene alkoholhaltige Flüssigkeit erzeugt worden; denn ist dieser bekannt, so ergeben sich daraus nach den aufgestellten Gleichungen alle übrige verlangte Größen.

Der Werth von p läßt sich aus den Gleichungen:

$$p = \frac{c}{b}\left(n - m\right) + n \text{ oder } p = \left(\frac{n - m}{q - 1}\right) + n$$

genau bestimmen; dazu ist es aber nothwendig, eine richtige Auswahl des Attenuations-Quotienten $= q$ oder des Ausdruckes von $\frac{c}{b}$ zu treffen, deren Werthe wieder von der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit $= p$ bedingt sind. Um diese Auswahl treffen zu können, muß vorerst zu einer näherungsweisen Bestimmung des Werthes für p geschritten werden, wozu man sich derselben Gleichung selbst bedient.

Wenn man nämlich z. B. in der zweiten Gleichung für q einen passenden mittlern Werth aus der Tabelle IX annimmt, und daraus den Werth des Ausdruckes $\left(\frac{n - m}{q - 1}\right)$ berechnet, dann

aber dazu die in der gegohrenen Flüssigkeit noch enthaltene unzersetzte Zuckermenge oder die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit $= n$ addirt, so erhält man näherungsweise den Zuckergehalt oder die Sacharometer-Anzeige der Flüssigkeit, welche sie vor ihrer Gährung zeigte.

Diese beiläufige Bestimmung des Werthes von p, ausgedrückt in einer Anzahl von Sacharometer-Procenten, dient bloß dazu, in der darüber mitgetheilten Tabelle IX diesem Werthe von p entsprechend die richtige Zahl für den Attenuations-Quotienten $= q$ auswählen zu können, wobei man Decimalen in der Sacharometer-Anzeige $= p$ unter 0.55 vernachlässigt, über 0.55 aber für ein ganzes Procent mehr rechnet. Hat man so den Werth von q genau bestimmt, so sucht man aus derselben Gleichung:

$$p = \frac{n - m}{q - 1} + n$$

den wahren Werth von p. Ist dieser gefunden, so sucht man in derselben Tafel den dieser ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit zukommenden Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation $= b$, und bestimmt nun aus der dafür aufgestellten Gleichung:

$$A = (p - n)\, b$$

den Alkoholgehalt in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit. n ist der noch vorhandene Zuckergehalt in der gegohrenen oder die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit, und was zur Ergänzung der Zahl 100 zur Summe von $= A + n$ noch fehlt, ist der Wassergehalt in 100 Gewichtstheilen der gegohrenen Flüssigkeit. Hiernach wurde aus den beiden ermittelten Sacharometer-Anzeigen der gegohrenen entkohlensäuerten und der gekochten Flüssigkeit $= m$ und n noch bestimmt:

1) Die Attenuations-Differenz dieser Flüssigkeit $= n - m$;

2) die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige (Zuckergehalt) derselben $= p$;

3) die Zusammensetzung der gegohrenen Flüssigkeit, und zwar:
deren Alkoholgehalt $= A = (p - n)\, b$,
" Zuckergehalt $= n$,
" Wassergehalt $= 100 - A - n$;

4) die scheinbare Attenuation $= p - m$ und

5) daraus die Vergährungs-Grade

$$= \frac{p - m}{p} \text{ und } = \frac{p - n}{p},$$

den Vergährungsstand der gegohrenen Flüssigkeit bezeichnend.

Die weitere praktische Anwendung hiervon zur Prüfung der Weine, Biere und Branntweinmeischen wird später bei der Behandlung der einzelnen Zweige der Gewerbe der Gährungschemie vorkommen, indem sich darauf die sacharometrische Wein-, Bier- und Branntweinmeisch-Probe gründet. Zur bessern Erklärung soll aber im Folgenden ein Beispiel berechnet werden.

Eine gegohrene Auflösung reinen Zuckers zeige bei 14° R. Temperatur am Sacharometer 1.300 pCt. = m; gekocht und den dabei verdampften Antheil durch Wasser ersetzt, zeige die Flüssigkeit bei derselben Temperatur 3.500 pCt. = n. Demnach ist die Attenuations-Differenz

$$D = 3.500 - 1.300 = 2.200;$$

Die Attenuations-Differenz von 2.200 pCt. Sacharometer-Anzeige setzt bei so guter Vergährung, wie sie hier ausgewiesen, keine sehr concentrirte Zuckerlösung voraus. Wir nehmen deßhalb zur beiläufigen Bestimmung des Werthes von p den Attenuations-Quotienten q = 1.227 entsprechend einer Zuckerlösung von 12 pCt. Gehalt.

Hiernach wäre:

$$p = \left(\frac{2.200}{1.227 - 1}\right) + 3.50$$

$$p = \frac{2.200}{0.227} + 3.50$$

$$p = 9.69 + 3.50$$

$$p = 13.19 \text{ pCt.},$$

welcher Werth dem ursprünglichen Zuckergehalte der Flüssigkeit näherungsweise entspricht.

Mit Vernachlässigung der Decimalen findet man in der Tabelle XI, daß einem Zuckergehalte (Sacharometer-Anzeige) der Flüssigkeit von 13 pCt. ein Attenuations-Quotient von 1.228 zukömmt. Hiernach berechnet sich der wahre ursprüngliche Zuckergehalt der Flüssigkeit auf

$$= p = \frac{3.5 - 1.3}{1.228 - 1} + n = \frac{2.2}{0.228} + n$$

$$p = 9{,}649 + 3.5 = 13.149 \text{ pCt.}$$

Der diesem ursprünglichen Zuckergehalte der Flüssigkeit zukommende Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation b ist nach

der Tabelle IX = 0.5457, folglich der wahre Alkoholgehalt der gegohrenen Flüssigkeit

$$A = (13.149 - 3.500)\ 0.5457,$$

woraus $A = 5.265$ pCt.,

und nun ergeben sich folgende Resultate:

die Attenuations-Differenz . $D = 3.500 - 1.300 = 2.200$;
der ursprüngliche Zuckergehalt $p = 13.149$ pCt.;
der Attenuations-Quotient $q = 1.228$;
der Alkoholfactor . . . $b = 0.5457$.

Die gegohrene Flüssigkeit enthält in 100 Gewichtstheilen:

Alkohol . .	5.265	
Zucker . .	3.500	100.000.
Wasser . .	91.235	

Die scheinbare Attenuation $p - m = 13.149 - 1.300$
$= 11.849$ pCt. Sacharometer-Anzeige.

Der Vergährungsgrad $= \frac{11.849}{13.149} = 0.901$

für die scheinbare Attenuation

$$\text{und} = \frac{9.649}{13.149} = 0.733$$

für die wirkliche Attenuation.

Die Beobachtung des Verlaufes und Erfolges der geistigen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten, so wie die Prüfung der daraus erzeugten gegohrenen Flüssigkeiten auf ihre Bestandtheile und anderweitigen Beziehungen wird hierdurch auf positive Grundsätze, auf Wahrheit zurückgeführt, was bisher in der Gährungschemie fast durchgehends gefehlt hat; denn selbst in England hat man davon nur einen theilweisen Gebrauch, vorzüglich bei der Beobachtung der Gährung der Branntweinmeische gemacht und sich dabei mit unvollkommenen Kenntnissen der Attenuationsverhältnisse begnügt. Dem ist nun mit dem Vorstehenden abgeholfen und dadurch ein neues Licht über den Proceß der geistigen Gährung zur bessern Beurtheilung seines Vorganges und seiner Producte verbreitet worden.

Genaueste Bestimmung der Attenuationsverhältnisse.

Im Vorstehenden wurde gelehrt, das Sacharometer zur Prüfung der gährenden und gegohrenen Flüssigkeiten auf ihre Attenuationsverhältnisse anzuwenden; allein das Sacharometer ist ein Aräometer, und bekanntlich liefern solche Instrumente der Natur ihrer Construction und ihrer Anwendung gemäß niemals vollkommen genaue Angaben, indem diese

a) von der richtigen Construction des Instrumentes, dann aber

b) auch von der Genauigkeit der Beobachtung seiner Anzeigen und

c) von dessen Empfindlichkeit abhängen,

wobei denn gewöhnlich kleine Fehler begangen werden, welche zu Differenzen in den damit gemachten Bestimmungen führen.

Für die Beurtheilung des Gährungsverlaufes aus der scheinbaren Attenuation, so wie zur Bestimmung der Concentration der in die Gährung versetzten Flüssigkeit nach Sacharometer-Procent-Anzeigen für die gewöhnlichen Zwecke ist der Gebrauch eines richtig construirten Sacharometers vollkommen ausreichend. Für genaue gerichtliche oder cameralistische Untersuchungen jedoch, wobei es sich um das Wohl oder Wehe der gewerbtreibenden Partei oder um das Mein oder Dein der Sache handelt, und wo es auf eine genaue Bestimmung der Sacharometer-Anzeigen der gegohrenen und gekochten Flüssigkeiten, so wie daraus auf jene der Attenuations-Differenz ankommt, woraus nach der vorstehenden Anleitung die weitern Resultate durch Rechnung gezogen werden sollen, da muß man mit der größten Gewissenhaftigkeit vorgehen, und es ist daher für solche genaue Untersuchungen nothwendig, die Sacharometer-Anzeigen der genannten Flüssigkeiten nicht unmittelbar mit dem Sacharometer zu bestimmen, sondern vielmehr ihre Dichten bei 14° R. Temp. mittelst eines Tausend-Gran-Fläschchens nach der in der Einleitung dazu angegebenen Weise zu suchen und die gefundenen Dichten nach der ebenfalls dort gegebenen Anleitung auf Sacharometer-Procente zu reduciren.

Während man bei der unmittelbaren Prüfung mittelst des Sacharometers für 0.1 Procent-Anzeige mehr oder weniger nicht gut einstehen kann, ist man bei der Bestimmung der Dichte mittelst der genannten Methode in der Lage, die Wägung wenigstens bis auf 0.1 Gran genau vorzunehmen, und dann ist der mögliche Fehler nur 0.025 pCt. oder $\frac{1}{4}$ des Obigen.

Um die Uibertragung der mit dem Tausend-Gran-Fläschchen ermittelten Dichten in die correspondirenden Sacharometer-Anzeigen zu erleichtern, habe ich die Tabelle IV berechnet und zusammengestellt, in welcher die den Dichten von je 0.0001 zu 0.0001 ($^1/_{10}$ zu $^1/_{10}$ Gran) entsprechenden Sacharometer-Anzeigen verzeichnet enthalten sind. Diese Vergleichungs-Tabelle umfaßt die Dichten von 1.0000 bis 1.0800 und Sacharometer-Anzeigen von 0 bis 19.272 pCt., was für die gewöhnlichen in der Praxis vorkommenden Fälle ausreichen wird; sie ist aus jener unter II entnommen, und in der angegebenen Art weiter ausgeführt.

Weil die Wägungen bei der sacharometrischen Probe nur bis zu $^1/_{10}$ Gran vorzunehmen sind, genügt sie dem Zwecke vollkommen.

Eine nähere Vergleichung der Zahlen in Tabelle II weiset nach, daß die Dichten der Zuckerlösungen von 5 zu 5 Procent bis zu 35 Procent Zuckergehalt sehr nahe eine arithmetische Reihe des dritten Ranges bilden, bei welcher die dritten Differenzen gleich sind. Diese Uibereinstimmung gibt mir die beruhigende Uiberzeugung, daß die Resultate meiner Wägungen dem mathematischen Gesetze näherungsweise entsprechen; von der Wahrheit können sie deßhalb nicht sehr entfernt stehen.

Genauere Bestimmungen würden Wägungen um eine Ordnung weiter, nämlich bis auf Hundertel eines Grans nothwendig machen, wozu viel feinere und kostspieligere Apparate erfordert würden, ohne ein wesentlich anderes Resultat zu erlangen, und da die Attenuationszahlen, deren sich die sacharometrische Probe bedient, unmittelbar durch Gährungsversuche und mit Zugrundelegung der in den genannten Tabellen aufgezeichneten Dichten und damit correspondirenden Sacharometer-Procente ermittelt worden sind, so ist eine Berichtigung derselben von der Hand auch gar nicht nothwendig. Dennoch werde ich seiner Zeit eine Revision dieser meiner älteren Arbeiten vornehmen, und wenn sich dabei herausstellen sollte, daß hier und da eine Berichtigung nothwendig sey, diese gehörigen Orts eintreten lassen.

Zur Ausführung der sacharometrischen Probe gehört ein eigener Apparat, ein Aufwand von Materiale und ein kunstmäßiges Verfahren, welche im folgenden Absatz beschrieben werden sollen.

Sacharometrischer Apparat.

Obwohl schon in der Vorbereitungslehre die wesentlichsten Instrumente und Geräthe genannt wurden, die zur Bestimmung der Dichten von Flüssigkeiten erforderlich sind, so sollen doch hier des Zusammenhanges wegen jene, welche den ganzen sacharometrischen Apparat ausmachen, vollständig aufgezählt werden.

Dazu werden erfordert, wie Tafel I ausweiset:

1) Ein genau construirtes Procenten-Sacharometer für reinen, gemeinen Zucker, mit Senkglas zur Aufnahme der zu prüfenden Flüssigkeit, von 0 bis 10, 20 und 30 pCt. Sacharometer-Anzeige, welches noch $^1/_{10}$ pCt. anzeigt. (Fig. 2.) Dieses Instrument ist nur zu vorkommenden beiläufigen Prüfungen bestimmt.

1) Eine möglichst empfindliche genaue Wage mit etwa 8 Zoll langem Wagebalken und an Biegeln hängenden flachen Wageschalen von $3^1/_2$ bis 4 Zoll Durchmesser, die bei der nothwendigen größten Belastung von circa 2000 Gran auf jeder Wageschale noch $^1/_{10}$ Gran zeigt, mit einem Einsatz Tausend-Gran-Gewichte und Pincette zum Anfassen derselben.

3) Ein Glasfläschchen mit kurzem, engem Halse und eingeriebenem, etwas conischem Glasstöpsel, welches geschlossen bei 14° R. Temperatur genau 500 oder 1000 Gran reines Wasser faßt, um mittelst desselben die Dichten der entkohlensäuerten gegohrenen und der gekochten Flüssigkeiten und hieraus die diesen entsprechenden Sacharometer-Anzeigen genau zu bestimmen. Je nach den in verschiedenen Staaten üblichen Gewichtseinheiten kann dieses Fläschchen 500 oder 1000 Wiener preußische oder bairische Gran Wasser fassen; ebenso richtet sich darnach der Gewichtseinsatz. Das kleinere Fläschchen ist für feinere Wagen, wo diese zu Gebote stehen. Wenn man bei damit gemachten Wägungen von Flüssigkeiten die Gewichte derselben mit 2 multiplicirt und mit 1000 dividirt, erhält man ebenfalls sehr einfach ihre gesuchte Dichte. (Fig. 1.)

Da der Hals dieser Fläschchen nur kurz ist, so schließen die Stöpsel nicht so vollkommen, daß beim Einsetzen derselben eine Pressung der Flüssigkeit stattfinden könnte, und dennoch dienen sie dazu, ein vollkommen gleiches Volumen der Flüssigkeit — worauf es hier vorzüglich ankommt — abzumessen.

Zu dem Fläschchen gehört ein Tara-Gewichtstück von Messing oder besser von Glas.

4) Ein Einkochkesselchen von Messingblech von 3 bis $3^1/_2$ Zoll Durchmesser und $1^2/_3$ bis 2 Zoll Höhe, aus einem Stücke auf der Drehbank getrieben, mit Rand und nach einwärts gedrücktem Boden, auf circa 3000 Gran Wasser Inhalt, auf die Wageschalen der Wage stellbar, um darin 1500 Gran der gegohrenen Flüssigkeit bequem abwägen und einkochen zu können, sammt Tara-Gewichtsstück von Messing und Stativ zur Aufstellung desselben beim Kochen. (Fig. 4.)

5) Eine gläserne Weingeistlampe, etwa $3^1/_3$ Zoll im Durchmesser und $2^1/_4$ Zoll hoch. (Fig. 5.)

6) Eine Glasflasche mit weiterem Halse auf $^3/_4$ bis 1 ℔ Wasser Inhalt, mit Filtrirtrichter, Glashäkchen und Korkstöpsel, um die zu prüfende gegohrene Flüssigkeit, wenn sie getrübt wäre, in selbe filtriren und darin durch heftiges Schütteln mit zeitweiligem Öffnen des Korkstöpsels von der absorbirten Kohlensäure möglichst befreien zu können. (Fig. 6.)

7) Ein Cylinder oder Becher von Glas mit Filtrirschale von Glas zum Filtriren der gekochten und dabei meist getrübten Flüssigkeit. Dieses Filtriren muß möglichst schnell geschehen, damit dabei kein Wasser verdünste, und dieß wird erreicht, wenn man die zu dem Filter bestimmte Druckpapierscheibe zusammenknittert, um es in recht viele Falten zu brechen und ihm dessen Steifigkeit zu benehmen, dann wieder ausbreitet und das Filter auf die übliche Weise daraus formt. Die Filtration geht nun sehr schnell in wenigen Minuten vor sich; das Filtrat ist klar und man gewinnt dadurch an Zeit und Genauigkeit. (Fig. 3.)

8) Ein Glasstab-Thermometer mit in's Glasrohr radirter Scala.

9) Ein gekrümmter Hornspatel mit Häkchen an einem Holzhefte, um das Tausend-Gran-Fläschchen mittelst zusammengerollter Druckpapierstreifen schnell auszutrocknen. (Fig. 7.)

10) Ein Hornlöffelchen mit spatelförmigen Stiele zur Ausgleichung der Flüssigkeitsgewichte auf der Wage. (Fig. 8.)

11) An Materialien sind erforderlich: weißes Druckpapier zu Filtern und Papierstreifen, Weingeist zum Brennen und destillirtes Wasser.

Mit Ausnahme der Wage finden sich diese Instrumente auf Tafel I. in der Zeichnung dargestellt. Der dafür gebrauchte lineare Maßstab ist ein Viertel der natürlichen Größe.

Der ganze sacharometrische Apparat wird in ein Schubladenkästchen von etwa 12 Zoll im Gevierte und 5½ Zoll Höhe zusammengelegt, auf dessen Deckplatte die messingene Tragstange mit Arm zum Aufhängen der Wage aufgeschraubt wird. Solche Apparate werden in Prag angefertigt von den Mechanikern M. Brandeis und W. Spitra, dann sind sie bei H. W. Batka zu haben, welcher eine Handlung mit chemischen und physikalischen Apparaten etablirt hat.

Der ganze Apparat kostet circa 40 fl. C. M.

Obwohl aus dem Vorstehenden das Verfahren bei der sacharometrischen Prüfung gegohrener alkoholhaltiger Flüssigkeiten sich schon von selbst ergibt, so wird dazu bei der Anwendung derselben auf die Prüfung der Biere Branntweinmeischen und Weine noch umständliche Anleitung gegeben werden.

Wassergehalt der gegohrenen Flüssigkeit.

Aus der nähern Vergleichung der Zusammensetzung der gegohrenen Flüssigkeiten mit jener der ungegohrenen, woraus erstere erzeugt wurden, ergibt sich, daß der Wassergehalt in 100 Gewichtstheilen der erstern immer größer sein müsse, als jener in 100 Gewichtstheilen der letztern. Der Wassergehalt des Weines, des Biers u. s. w. ist immer größer als der des Mostes, der Bierwürze, woraus erstere entstanden sind.

Zahlen werden auch hierüber am besten belehren. Z. B. 100 ℔ Zuckerlösung von 20 pCt. Gehalt an Krümelzucker, worin 80 pCt. Wasser, werden durch die Gährung so weit zersetzt, daß sich in der gegohrenen Flüssigkeit 9 ℔ Alkohol befinden, in diesem Falle entstehen neben dem Alkohol $0.956 \times 9 = 8.604$ ℔ Kohlensäure aus dem Zucker, welche aus der gährenden Flüssigkeit entweicht. Nach der Gährung wiegt daher die Flüssigkeit nur noch $100 - 8.604 = 91.396$ ℔, worin 80 ℔ Wasser. Der Wassergehalt in 100 Gewichtstheilen derselben ist daher nach der Proportion:

$$91.396 : 80 = 100 : x,$$

$$x = 87.5 \text{ pCt.}$$

Die Zuckerlösung enthält daher nur 80, die daraus erzeugte gegohrene Flüssigkeit dagegen 87.5 pCt. ihres Gewichtes Wasser. Diese Differenz im procentischen Wassergehalte zwischen

ungegohrenen und den daraus erzeugten gegohrenen Flüssigkeiten wird um so größer, je weiter die Gährung vorschreitet, je mehr Zucker dabei zersetzt und je mehr Alkohol dadurch gebildet und Kohlensäure ausgeschieden wird. Daher schmecken gut vergohrene geistige Getränke wässeriger, weniger substantiös als minder vergohrene und deßhalb erscheinen wegen des mehreren Geschmacks minder vergohrene Biere, wenn sie auch aus schwächern Würzen erzeugt worden sind, dem Gaumen als Geschmacksorgan dennoch stärker, als gut vergohrene Biere aus stärkern Würzen, weil erstere relativ weniger Wasser enthalten.

Damit im Einklange ist auch der gemeine Volksglaube von dem Gebrauche der gewöhnlichen Bierwage zur Beurtheilung der Qualität der Biere; er ist ein Trugbild.

Bloß der einzige Umstand, daß die in der zuckerhaltigen Flüssigkeit gelöst enthaltene gährungsfähige Substanz (der Zucker) durch die Gährung zersetzt wird, fast die Hälfte derselben in Form von Kohlensäure aus der Flüssigkeit austritt und nur nahe die andere Hälfte in Form von Alkohol in derselben verbleibt, ist Ursache dieses relativ zunehmenden Wassergehaltes der gegohrenen Flüssigkeit; die nutzbare Substanz in derselben wird dadurch nämlich bedeutend verringert.

Beziehungen der Attenuations-Gesetze zur Theorie des Gährprozesses.

In diesem Anbetrachte sind vorzüglich folgende Umstände hervorzuheben, und zwar:

1) Daß bei der Gährung solcher zuckerhaltiger Flüssigkeiten, welche neu gebildete Hefe ausscheiden, zu Anfang der Gährung, wo noch keine Hefenbildung und Hefenausscheidung Statt gefunden hat, die Attenuations-Quotient kleiner ist, als sich beide stellen in jener Gährungsperiode, wo bereits Hefenbildung und Ausscheidung derselben eingetreten ist. In diesem Zeitpuncte wird die Attenuations-Differenz und damit auch der Attenuations-Quotient verhältnißmäßig größer, daher der letztere erst von dieser Gährungsperiode an eine gewisse Beständigkeit zeigt. Aus dieser Erfahrung geht hervor, daß, wie bereits früher bemerkt worden, die Zersetzung des Zuckers im Anfange der

Gährung vor sich geht ohne Bildung und Ausscheidung von Hefe, und daß diese einer spätern Gährungsperiode angehört, mithin die Ansicht, als finde Hefenbildung gleichzeitig mit der Zersetzung des Zuckers Statt, für den Anfang und bis etwa zur Hälfte der Vergährung unbegründet ist. Dieser Umstand wird bei Aufstellung einer richtigen Theorie des Processes der geistigen Gährung Berücksichtigung finden müssen.

2) Weiter wurde schon erwähnt, daß für gemeinen Zucker der für die allgemeine Ansicht von der Zersetzung des Zuckers durch den Gährproceß — wonach 100 Gewichtstheile desselben 53.801 Alkohol und 51.462 Kohlensäure liefern — berechnete Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation mit dem durch Erfahrung gefundenen nicht zusammenstimmt, daß ersterer hiernach bedeutend größer ausfällt, und daß demnach diese Ansicht von der Zersetzungsweise des Zuckers bei dem Gährprocesse verlassen und dafür jene angenommen werden muß, welche dabei die Bildung der Milchsäure berücksichtigt, weil diese Ansicht sowohl der Theorie als der Erfahrung entspricht. Endlich muß

3) bei der Aufstellung einer richtigen Theorie und Erklärung des Gährprocesses der in der Erfahrung begründete Umstand berücksichtigt werden, daß die Dichte der gegohrenen und *gekochten* Flüssigkeit auch bei der vollständigsten Vergährung niemals = 1.000 oder deren Sacharometer-Anzeige = 0.000 pCt. wird, was doch sein müßte, wenn der Zucker dabei bloß in Alkohol und Kohlensäure zerlegt würde und kein anderer bei der Gährung aus demselben gebildeter Körper (Milchsäure) in derselben verbliebe, welcher ihre Dichte oder deren Sacharometer-Anzeige erhöht.

Die Ermittelung der Attenuationsverhältnisse bei der geistigen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten ist für die Wissenschaft und richtige Erkenntniß der Gährprocesse von der größten Wichtigkeit. Man lernt den ursprünglichen Zuckergehalt oder die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der in die Gährung versetzten Flüssigkeit genau kennen. Man kann die gährende Flüssigkeit in jedem Momente ihres Gährungszustandes auf die sich dabei darstellenden Attenuationsverhältnisse prüfen, den Alkoholgehalt derselben, die Menge des zersetzten Zuckers, so wie die des in der Flüssigkeit noch enthaltenen unzersetzten jedesmal bestimmen, zwischen diesen Resultaten Vergleichungen anstellen, proportionale Beziehungen herausfinden und dadurch

die Resultate der chemischen Elementar-Analysen, so wie die sich darauf gründenden chemi schen Formeln über die Bildung der neuen Producte aus dem Zucker bezüglich auf deren Quantität controliren.

Für die praktische Gährungschemie haben dieselben nicht mindere Wichtigkeit, und sie zeigen sich vorzüglich brauchbar bei der Bier- und Branntwein-Erzeugung, theils zur Beurtheilung der vorgehenden Processe, theils zu jener der Menge und Qualität der erzeugten Producte.

Das Studium der Attenuationsverhältnisse und die fleißige Ermittelung derselben können daher dem Zymotechniker nicht dringend genug empfohlen werden; er wird bei Erforschung derselben durch die Erkenntnisse, welche sie gestattet, die vollste Befriedigung seiner Wißbegierde finden — eine Befriedigung derselben, die der Zymotechuiker bisher vergebens gesucht hatte, und welche geeignet sind, die Gewerbe der Zymotechnie von der bisher darin stattgefundenen Geheimnißkrämerei und den irrigen Ansichten vollkommen zu befreien.

Alles Schwankende wird dadurch aus der Gährungschemie verbannt; Wissenschaft und Gesetzmäßigkeit werden in dieselbe eingeführt.

Bestimmung des Alkoholgehaltes der gegohrenen Flüssigkeiten.

Zur Bestimmung des Alkoholgehaltes der gegohrenen Flüssigkeiten wurden mehrere Methoden in Vorschlag gebracht und angewendet, und da dieser Gegenstand nicht nur häufig vorkömmt, sondern auch Wichtigkeit hat, so muß ihm die gebührende Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Diese Methoden sind:

1. Die Destillations-Probe
2. „ sacharometrische „ (Balling)
3. „ halymetrische „ (Fuchs)
4. „ optische „ (Steinheil)
5. „ specifische oder Dichtenprobe (Tabarie, Zenneck, Otto)

6. „ analytische Probe (Hoffmann)
7. „ thermometrische „ (Gröning u. A.)

Sie sollen hier ihre Würdigung finden.

1. Die Destillations-Probe.

Die Destillation der gegohrenen alkoholhaltigen Flüssigkeiten ist offenbar die genaueste Methode, zur Bestimmung des Alkoholgehalts derselben; denn durch sie wird der in ihnen enthaltene Alkohol wirklich daraus geschieden und nur in Vermischung mit mehr oder weniger Wasser dargestellt, so daß sich aus der absoluten und specifischen Schwere dieses Gemisches sein absoluter Gehalt an Alkohol leicht ermitteln läßt. Diese Methode muß auch zur Controle aller übrigen dienen; denn nur durch sie, wenn nämlich die Menge des durch die Destillation gewonnenen Alkohols übereinstimmt mit der Menge der nach den andern Methoden berechneten, darf man sich von deren Richtigkeit und Brauchbarkeit überzeugt halten.

Um mittelst der Destillation den Alkoholgehalt gegohrener geistiger Flüssigkeiten genau bestimmen zu können, ist dazu ein zweckmäßig construirter Destillir-Apparat und ein entsprechendes, umsichtiges Verfahren nothwendig, damit

a) ein Überschäumen der gegohrenen Flüssigkeit aus dem Destillirgeräthe beim Beginn des Kochens verhindert;

b) jedem Verluste an Alkohol (Destillat) vorgebeugt, und

c) das alkoholhaltige Destillat frei von Essigsäure erhalten werde.

Zur Verhinderung des Überschäumens muß die Destillir-Geräthschaft sehr geräumig sein; das Erhitzen der gegohrenen Flüssigkeit darin muß Anfangs sehr vorsichtig geschehen und darf erst verstärkt werden, bis das Aufschäumen der Flüssigkeit nachgelassen hat, welches beim Beginn des Kochens immer eintritt und um so stärker und länger anhält, je schleimiger die gegohrene Flüssigkeit ist. In wenigen Minuten läßt das Aufschäumen nach und hört endlich ganz auf, so daß die Flüssigkeit nun rasch fortgekocht werden kann. Zu diesen Destillationen wendete ich Anfangs den bekannten Beindorf'schen Destillir-Apparat von Zinn an; allein es befinden sich an demselben zu viele Zusammensetzungsfugen, die ein sorgfältiges Verkitten nothwendig machen und Verluste bedingen, so wie wegen des jedesmaligen Auseinandernehmens und Zusammensetzens auch viel Zeit und Mühe

in Anspruch nehmen. Deßhalb habe ich einen andern, viel einfachern und leicht zu handhabenden Apparat dazu zusammengestellt, welcher auf Tafel **II.** abgebildet ist. Ich gebrauche kleine Destillirblasen, die von Messingblech auf der Drehbank getrieben werden (a). Für die Destillation von 3000 Gran der gegohrenen entkohlensäuerten Flüssigkeit, die ich zu jedem Versuche anwende, faßt eine solche 2 ℔ Wasser. Sie ist rund, unten 4 Zoll, oben 5 Zoll weit, 4 Zoll hoch, und hat einen eingedrückten Boden, so wie einen gewölbten, aufgelötheten Deckel. An dem letztern befindet sich ein Hals von Messingblech, von 1 Zoll lichten Durchmesser und $1^1/_2$ Zoll Höhe, in welchem sich mittelst eines Korkstöpsels ein $^3/_4$ Zoll starkes, seitwärts abgebogenes, in eine dünnere Spitze ausgezogenes Glasrohr befestigt befindet, welches als Retortenhals dient (b). Durch Verkittung des Korks mit Mandelkitt wird für einen dampfdichten Verschluß gesorgt. Die gefüllte Blase wird auf ein Stativ (Dreifuß) (c) gesetzt. Die Erhitzung wird mit einer größern Weingeistlampe (d) mit dickerem Docht vorgenommen. — Die Abkühlung und Verdichtung der Dämpfe geschieht am besten mittelst der Liebig'schen Kühlröhre (e); sie ist bei mir ganz von Glas, um den Vorgang darin beobachten zu können, und 24 Zoll lang. Mittelst eines gespitzten, durchbohrten Korkstöpsels (f) wird das gespitzte Ende des Retortenhalses in der Mündung des Kühlrohrs dampfdicht befestigt; das Kühlrohr wird etwas geneigt auf Träger (g, h) gelegt und an das untere Ende desselben ein gläserner, nach unten abgebogener Schnabel (i) angesteckt, welcher in ein als Vorlage gebrauchtes Fläschchen (k) mündet, das bis dahin, wo es 2000 Gran Wasser faßt, eine Marque hat. Ist der Destillir-Apparat so vorgerichtet, so wird die Destillation begonnen. In etwa 5 Minuten geräth die Flüssigkeit in's Kochen, worauf man das Feuer durch Tieferstellen der Lampe oder Verkleinerung des Dochtes mäßigen muß, um ein Überschäumen durch zu rasches Kochen zu verhüten, was übrigens in dem gläsernen Rohre, welches als Retortenhals dient, leicht bemerkt wird. Wenn dabei auch etwas Schaum übergeht, so hat dieß insofern nichts zu bedeuten, als das erste Destillat noch einmal rectificirt wird, um dasselbe alkoholreicher zu machen und zu entsäuern, damit der Alkoholgehalt desselben genau bestimmt werden könne. Mit einer bloß einmaligen Destillation gelingt dieß nämlich nicht so sicher. Sobald das Schäumen auf-

gehört hat, destillirt man etwa $^{2}/_{3}$ oder 2000 Gran von der Flüssigkeit rasch ab, wozu sich, um dieß beurtheilen zu können, die bemerkte Marque an dem als Vorlage dienenden Fläschchen befindet. Die Destillation dauert $^{3}/_{4}$ bis 1 Stunde, während welcher Zeit kaltes Wasser in den Kühlröhren-Apparat geleitet (l, o) und das warme Wasser vom obern Theile desselben (p, q, n) abgelassen wird.

Auf der Tafel **II.** ist der ganze Destillir-Apparat mit allen seinen Theilen abgebildet.

a die Blase von Messingblech mit Hals;
b der Blasenhals;
c der Dreifuß als Untersatz derselben;
d die Weingeistlampe;
e die Kühlröhre auf den 2 Stativen **g**, **h** liegend;
f die Verbindung des Blasenhalses mit der Kühlröhre mittelst eines spitzen Korkstöpsels;
i der Abfluß des Destillats in das Fläschchen;
k das als Vorlage dienende Fläschchen;
l das gläserne Vorrathsgefäß für kaltes Wasser zum Kühlen, auf einem Untersatz **m** stehend;
n das Sammelgefäß für das abfließende warme Wasser;
o der Zufluß des kalten Kühlwassers in die Kühlröhre;
p der Abfluß des warmen Wassers aus der Kühlröhre;
q ein gedrehter Bindfaden, an welchem das warme Wasser herabfließt, ohne zu spritzen;
r ein Aufsatz von Messingblech auf die Weingeistlampe, auf 4 Füßen stehend, um das Flackern der Flamme zu verhindern und den Zug zu verstärken.

Da sich an diesem Destillir-Apparate nur 2 Fugen befinden, die keinen großen Umfang besitzen und mit dichten Korkstöpseln und Kitt gut geschlossen werden, auch die Dämpfe darin keine Spannung annehmen, um mit Gewalt durch die Fugen herausgedrängt zu werden, so findet bei der Destillation kein Verlust an Dampf oder Alkohol Statt, und aller gebildete Dampf gelangt zur Condensation, welche mit dem genannten Kühler ganz vollkommen erfolgt, und von da zur Aufsammlung in das marquirte Fläschchen. Zwei Drittel von der gegohrenen Flüssigkeit müssen abdestillirt werden, wobei man gewiß sein kann, daß aller Alkohol aus dieser in das Destillat übergegangen ist.

Wenn man ein solches Destillat prüft, es sei aus gegohre-

ner Zuckerlösung, Runkelrübensaft, Melasse, Wein und Bier welcher Art immer, oder aus Branntweinmeische erzeugt, so wird man immer finden, daß es mehr oder weniger sauer reagirt und Essigsäure enthält. Dieser Gehalt an Essigsäure, obwohl in den meisten Fällen höchst unbedeutend und nur eben durch die säuerliche Reaction des Destillats auf Lackmuspapier wahrnehmbar, vergrößert die Dichte desselben und ist dadurch der genauen Bestimmung seines Alkoholgehaltes hinderlich. Setzt man der Flüssigkeit in den Destillirkessel etwas gepulverte Kreide zu (ätzende Alkalien so wie kohlensaures Kali und Natron verursachen zu viel Aufschäumen), so kann man die Essigsäure fixiren, wodurch man ein Destillat erhält, welches frei von Essigsäure ist und nicht mehr sauer reagirt.

Indessen da die gegohrene Flüssigkeit bei der Destillation dennoch öfters überschäumt, wodurch eine Rectification des Destillats nothwendig wird, so thut man besser, diese Rectification zur Vorschrift zu machen und den Zusatz der Kreide bei der Rectification des Destillats zu wiederholen, wobei man letztere sehr rasch betreiben und in 1/2 Stunde beendigen kann. Man erlangt dadurch zugleich den Vortheil, ein alkoholreicheres Destillat zu erhalten, welches reiner ist und weniger Fuselöl enthält. Vor der Rectification muß auch die Kühlröhre gereinigt werden, um das zweite reine Destillat nicht mit dem ersten unreinen, was noch der Kühlröhre anhängt, zu verunreinigen.

Dazu wende ich eine ebenso weite, aber 1 1/2 Zoll niedrigere Blase an, die mit demselben Kühlröhren-Apparate in Verbindung gebracht wird, und das Destillat wird nun in einem tarirten Glasfläschchen aufgefangen, welches bei dem Puncte, wo es etwa 1400 Gran Wasser faßt, eine Marque hat, bis zu welcher man das Destillat darin ansammeln läßt. Es ist nun aller Alkohol aus den 3000 Gran der destillirten entkohlensäuerten Flüssigkeit in dem zweiten Destillate vereinigt; es ist frei von Essigsäure, reiner, und enthält den Alkohol mit weniger Wasser vermischt, woraus sich nun der Gehalt an ersterem mit mehr Genauigkeit bestimmen läßt. In manchen Fällen kann eine einfache Destillation mit Zusatz von Kreide dabei genügen. Beim Überfüllen des ersten Destillats in die zweite niedrigere Blase wird die dem Fläschchen noch anhängende Flüssigkeit mit wenig Wasser nachgespült.

So wie die Rectification beendigt ist, wird das mit einem

eingeriebenen Glasstöpsel zu verschließende, tarirte, als Vorlage dienende Fläschchen sammt Inhalt sogleich gewogen und dadurch das absolute Gewicht des rectificirten Destillats bestimmt. Es betrage z. B. 1376 Gran. Man läßt es einige Stunden stehen, damit diese Flüssigkeit, welche aus Schichten von ungleicher Dichte besteht, nachdem sie durch Schütteln gemischt worden, um sie gleichartig zu machen, sich gewissermaßen in Dichte und Temperatur in's Gleichgewicht gesetzt hat, und nun bestimmt man ihre Dichte mittelst eines Tausend-Gran-Fläschchens bei 14° R. Temperatur. Es sei dieses z. B. = 0.9802. Nach der beim Alkohol mitgetheilten, von Meißner nach Versuchen gelieferten Vergleichungs-Tabelle über die den Gemischen von Alkohol und Wasser nach Gewichtsprocenten zukommende Dichte entspricht der obigen von 0.9802 ein Alkoholgehalt von 12.4 pCt., wonach der absolute Alkoholgehalt des Destillats $= \frac{1376 \times 12.4}{100} = 170.624$ Gran. Dieser absolute Alkoholgehalt vertheilt sich auf 3000 Gran gegohrener Flüssigkeit, und folglich sind in 100 Gran derselben enthalten:

$$3000 : 170.624 = 100 : x,$$

$$x = 5.687 \text{ Gran oder Procente.}$$

Dieses chemische oder Destillationsverfahren ist das richtigste zur Bestimmung des Alkoholgehaltes gegohrener geistiger Flüssigkeiten. Aber nur dann, wenn die hier beschriebenen Vorsichten beobachtet und die gegebenen Vorschriften dabei befolgt werden, wird man sich eines genauen Resultates der Bestimmung zu erfreuen haben. Alle übrige zu demselben Zwecke dienende im Folgenden noch zu besprechende Proben müssen der Destillationsprobe untergeordnet werden.

2. Die sacharometrische Probe.

Die sacharometrische Probe zur Bestimmung des Alkoholgehaltes der gegohrenen geistigen Flüssigkeiten gründet sich auf die durch unmittelbare Gährungsversuche aufgefundenen, in Zahlen ausgedrückten Attenuationsverhältnisse. Vorzüglich zwei derselben sind zu dieser Bestimmung geeignet, nämlich:

a) Die scheinbare Attenuation, wenn die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit bekannt ist, nach der dafür aufgestellten Gleichung:

$$A = (p - m)\, a.$$

ner Zuckerlösung, Runkelrübensaft, Melasse, Wein und Bier welcher Art immer, oder aus Branntweinmeische erzeugt, so wird man immer finden, daß es mehr oder weniger sauer reagirt und Essigsäure enthält. Dieser Gehalt an Essigsäure, obwohl in den meisten Fällen höchst unbedeutend und nur eben durch die säuerliche Reaction des Destillats auf Lackmuspapier wahrnehmbar, vergrößert die Dichte desselben und ist dadurch der genauen Bestimmung seines Alkoholgehaltes hinderlich. Setzt man der Flüssigkeit in den Destillirkessel etwas gepulverte Kreide zu (ätzende Alkalien so wie kohlensaures Kali und Natron verursachen zu viel Aufschäumen), so kann man die Essigsäure fixiren, wodurch man ein Destillat erhält, welches frei von Essigsäure ist und nicht mehr sauer reagirt.

Indessen da die gegohrene Flüssigkeit bei der Destillation dennoch öfters überschäumt, wodurch eine Rectification des Destillats nothwendig wird, so thut man besser, diese Rectification zur Vorschrift zu machen und den Zusatz der Kreide bei der Rectification des Destillats zu wiederholen, wobei man letztere sehr rasch betreiben und in $^1/_2$ Stunde beendigen kann. Man erlangt dadurch zugleich den Vortheil, ein alkoholreicheres Destillat zu erhalten, welches reiner ist und weniger Fuselöl enthält. Vor der Rectification muß auch die Kühlröhre gereinigt werden, um das zweite reine Destillat nicht mit dem ersten unreinen, was noch der Kühlröhre anhängt, zu verunreinigen.

Dazu wende ich eine ebenso weite, aber $1^1/_2$ Zoll niedrigere Blase an, die mit demselben Kühlröhren-Apparate in Verbindung gebracht wird, und das Destillat wird nun in einem tarirten Glasfläschchen aufgefangen, welches bei dem Puncte, wo es etwa 1400 Gran Wasser faßt, eine Marque hat, bis zu welcher man das Destillat darin ansammeln läßt. Es ist nun aller Alkohol aus den 3000 Gran der destillirten entkohlensäuerten Flüssigkeit in dem zweiten Destillate vereinigt; es ist frei von Essigsäure, reiner, und enthält den Alkohol mit weniger Wasser vermischt, woraus sich nun der Gehalt an ersterem mit mehr Genauigkeit bestimmen läßt. In manchen Fällen kann eine einfache Destillation mit Zusatz von Kreide dabei genügen. Beim Überfüllen des ersten Destillats in die zweite niedrigere Blase wird die dem Fläschchen noch anhängende Flüssigkeit mit wenig Wasser nachgespült.

So wie die Rectification beendigt ist, wird das mit einem

eingeriebenen Glasstöpsel zu verschließende, tarirte, als Vorlage dienende Fläschchen sammt Inhalt sogleich gewogen und dadurch das absolute Gewicht des rectificirten Destillats bestimmt. Es betrage z. B. 1376 Gran. Man läßt es einige Stunden stehen, damit diese Flüssigkeit, welche aus Schichten von ungleicher Dichte besteht, nachdem sie durch Schütteln gemischt worden, um sie gleichartig zu machen, sich gewissermaßen in Dichte und Temperatur in's Gleichgewicht gesetzt hat, und nun bestimmt man ihre Dichte mittelst eines Tausend-Gran-Fläschchens bei 14° R. Temperatur. Es sei dieses z. B. = 0.9802. Nach der beim Alkohol mitgetheilten, von **Meißner** nach Versuchen gelieferten Vergleichungs-Tabelle über die den Gemischen von Alkohol und Wasser nach Gewichtsprocenten zukommende Dichte entspricht der obigen von 0.9802 ein Alkoholgehalt von 12.4 pCt., wonach der absolute Alkoholgehalt des Destillats $= \frac{1376 \times 12.4}{100} = 170.624$ Gran.
Dieser absolute Alkoholgehalt vertheilt sich auf 3000 Gran gegohrener Flüssigkeit, und folglich sind in 100 Gran derselben enthalten:

$$3000 : 170.624 = 100 : x,$$

$$x = 5.687 \text{ Gran oder Procente.}$$

Dieses chemische oder Destillationsverfahren ist das richtigste zur Bestimmung des Alkoholgehaltes gegohrener geistiger Flüssigkeiten. Aber nur dann, wenn die hier beschriebenen Vorsichten beobachtet und die gegebenen Vorschriften dabei befolgt werden, wird man sich eines genauen Resultates der Bestimmung zu erfreuen haben. Alle übrige zu demselben Zwecke dienende im Folgenden noch zu besprechende Proben **müssen der Destillationsprobe untergeordnet werden.**

2. Die sacharometrische Probe.

Die sacharometrische Probe zur Bestimmung des Alkoholgehaltes der gegohrenen geistigen Flüssigkeiten gründet sich auf die durch unmittelbare Gährungsversuche aufgefundenen, in Zahlen ausgedrückten Attenuationsverhältnisse. Vorzüglich zwei derselben sind zu dieser Bestimmung geeignet, nämlich:

a) Die **scheinbare Attenuation**, wenn die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der in die geistige Gährung versetzten Flüssigkeit bekannt ist, nach der dafür aufgestellten Gleichung:

$$A = (p - m)\, a.$$

Von dieser Bestimmungs-Methode wird bereits in den englischen Branntweinbrennereien und nach meiner Anleitung auch in mehren Brennereien in Böhmen Gebrauch gemacht, wie später bei der Betrachtung der Branntweinbrennerei erklärt werden wird. Ich habe Gelegenheit gehabt und sie benützt, das Resultat der Rechnung nach der vorstehenden Gleichung mit dem Ergebniß der Destillation bei der Gährung von Rübenzucker-Melasse, Getreide- und Kartoffel-Branntweinmeische im Großen zu vergleichen und dadurch Ersteres bestätigt gefunden. Ich habe die Destillationsprobe im Kleinen angewendet, um die Richtigkeit der erprobten Attenuations-Verhältnißzahlen zu controliren, und zu meiner Befriedigung dieselben übereinstimmend befunden. Z. B.

Eine Zuckerlösung von 19.841 pCt. Zuckergehalt wurde mit Zusatz von Hefe vergohren und zeigte am 9. Tage nur noch 0.25 pCt. Sacharometer-Anzeige. Die erfolgte scheinbare Attenuation war daher $= 19.841 - 0.250 = 19.591$ pCt. Sacharometer-Anzeige und der Alkoholgehalt in 100 Gewichtstheilen dieser Flüssigkeit.

$$A = 19.591 \times 0.4587,$$
$$A = 8.986.$$

Der Sacharometer-Anzeige von 19,841 pCt. (20) entspricht nämlich nach Tabelle **IX** der Alkoholfactor für die scheinbare Attenuation = 0.4587.

Die Destillationsprobe gab den Alkohol zu 9.010 pCt. an, wobei eine Differenz von 0.024 pCt. sich zeigt, so gering, daß sie übersehen werden kann. Nach Erlangung der Kenntniß von diesem Alkohol-Procentengehalte der gegohrenen Flüssigkeit läßt sich der absolute Alkoholgehalt in der ganzen gegohrenen Flüssigkeitsmasse leicht berechnen. Z. B. Es seien 1250 ℔ dieser gegohrenen Flüssigkeit vorhanden, so ist die darin enthaltene Alkoholmenge $= \frac{1250 \times 8.986}{100} = 112.3$ ℔, d. h. man wird durch die Destillation aus dieser gegohrenen Flüssigkeit 112.3 Maß Branntwein von 20° B. erhalten können, da 1 ℔ absoluter Alkohol sehr nahe 1 Maß des genannten Branntweins gibt.

Der Alkoholgehalt der gegohrenen Flüssigkeit läßt sich auch aus der wirklichen Attenuation berechnen, nach der dafür aufgestellten Gleichung:

$$A = (p - n)\, b.$$

Allein diese Bestimmungsart desselben setzt ebenfalls die Kenntniß der ursprünglichen Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit d. i. die des Werthes von **p** voraus; sie erfordert zudem noch die Vornahme der Einkochung der gegohrenen Flüssigkeit, um zur Kenntniß des Werthes von **n** zu gelangen, und dann erhält man genau dasselbe Resultat, wie das aus der scheinbaren Attenuation berechnete. Mit Aufwand von mehr Mühe hat man demnach kein genaueres Resultat gewonnen, und deßhalb ist die erstere Bestimmungs-Methode des Alkoholgehaltes der gegohrenen Flüssigkeit aus der scheinbaren Attenuation, in dem Falle wenn der Werth von **p** bekannt ist, die einfachere und vorzuziehende.

b) Die Attenuations-Differenz. Von dieser muß Gebrauch gemacht werden, bei der Bestimmung des Alkoholgehaltes in allen gegohrenen Flüssigkeiten, von welchen man die ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit nicht kennt, und an welchen man mit Hilfe der Operation des Einkochens nur die beiden Werthe von **m** und **n** ausgedrückt in Sacharometer-Procenten zu ermitteln vermag. Die dafür aufgestellte Gleichung ist:

$$A = (n - m)\,c.$$

Sei die Sacharometer-Anzeige einer gegohrenen Zuckerlösung **m** = 0.250 pCt.; die Sacharometer-Anzeige der gekochten Flüssigkeit sei **n** = 3.978 pCt., so ist in diesem Falle:

$$A = (3.978 - 0.250)\,c$$

$$A = 3.728 \times c.$$

Es handelt sich jetzt noch um die Substitution des Werthes für den Alkoholfactor = **c.** Dieser kann aber aus Tabelle **IX** nur dann richtig entnommen werden, wenn man den Werth von **p** kennt, weil jener für **c** von diesem bedingt ist.

Den Werth von **p** bedarf man hiezu aber vorerst nur näherungsweise zu kennen, und man findet ihn nach der vorne S. 213 gegebenen Anleitung aus der dafür aufgestellten Relation:

$$p = \left(\frac{n - m}{q - 1}\right) + n$$

Die große Attenuations-Differenz im vorliegenden Falle = 3.728 pCt. Sacharometer-Anzeige, weiset schon darauf hin, daß der Werth von **p** ein größerer sein müsse, weil z. B. Zuckerlösungen von 12 pCt. Gehalt, wenn sie bis nahe 0 pCt. Sacharometer-Anzeige vergähren, eine Attenuations-Differenz von

nur etwas über = 2.000 zeigen. Der Werth von p muß demnach hier viel größer sein als 12 pCt. Solche und ähnliche vergleichende Betrachtungen sind dabei nützlich, weil sie schneller zum gesuchten Ziele führen.

Wir nehmen deßhalb an, der Werth von p müsse wenigstens 18 pCt. betragen haben; diesem entspricht nach Tabelle IX ein Attenuations-Quotient von = 1.233. Substituirt man diesen vorläufigen Werth von q und jenen von n in die oben stehende Gleichung für p, so ergibt sich daraus der beiläufige Werth dafür:

$$p = \left(\frac{3.728}{1.233 - 1}\right) + 3.978$$

$$p = \frac{3.728}{0.233} + 3.978$$

$$p = 16.004 + 3.978$$

$$p = 19.982 \text{ pCt.}$$

Hiernach wird angezeigt, daß man den Werth von c in Rechnung zu nehmen habe, welcher dem Werthe von p = 20 pCt. entspricht.

Nach Tabelle IX ist für p = 20 pCt., der Werth von c = 2.4106. Substituirt man diesen richtigen Werth von c in die Gleichung:

$$A = (n - m)\,c$$

so erhält man den Alkoholgehalt dieser gegohrenen Zuckerlösung:

$$A = 3.728 \times 2.4106$$

$$A = 8.986 \text{ pCt.}$$

was mit dem vorhin S. 230 berechneten Resultate genau übereinstimmt.

3. Die halymetrische Probe.

Die halymetrische Probe wurde zuerst von Prof. Fuchs auf die Untersuchung und Bestimmung des Alkoholgehaltes der Biere angewendet, später aber von Prof. Zierl auch auf die Bestimmung des Alkoholgehaltes der Weine und Branntweinmeischen ausgedehnt. Sie gründet sich auf den Unterschied in der Auflöslichkeit des chemisch-reinen Kochsalzes in den gegohrenen und gekochten Flüssigkeiten. 360 Gewichtstheile dieses Kochsalzes bedürfen 1000 Gewichtstheile Wasser, 1 Gewichtsthl. Kochsalz bedarf 2.7778 Gewichtstheile Wasser zur Lösung. Die Menge des von einer wässerigen Flüssigkeit aufgelösten Koch-

salzes ist dem Wassergehalte derselben proportional. Aus der Menge des in derselben aufgelösten Kochsalzes kann man daher den Wassergehalt und nach Abzug dessen den Gehalt an jenen Substanzen bestimmen, welche in dem Wasser aufgelöst sich befanden, z. B. Zucker, Malzextract. Der Alkohol dagegen bindet dem Kochsalz gegenüber eine gewisse Menge Wasser, und man erfährt daher bei der Auflösung des Kochsalzes in einer alkoholhaltigen Flüssigkeit dadurch nicht den Alkoholgehalt, sondern den Gehalt der Flüssigkeit an einem Weingeist, dessen Wasser- und Alkoholgehalt unbekannt ist. Z. B. In 1000 Gran gegohrener Zuckerlösung werden 320 Gran des präparirten Kochsalzes gebracht, und der von demselben unaufgelöset gebliebene Antheil im Halymeter gemessen. Von diesem zu der genannten Operation eigends construirten Instrumente und dem zur Probe gebrauchten Kochsalze hat das Verfahren den Namen erhalten. Es blieben 35 Gran Kochsalz ungelöset, so sind davon wirklich aufgelöst worden:

$$320 - 35 = 285 \text{ Gran},$$

und diese entsprechen einem Gehalte an freiem Wasser in der gegohrenen Flüssigkeit von

$$285 \times 2.7778 = 791.6 \text{ Gran}.$$

Demnach sind in der gegohrenen Flüssigkeit enthalten:

1000 — 791.6 = 208.4 Gran Gesammtgehalt, d. i. fixe Bestandtheile und Weingeist.

Um den Gehalt an Weingeist zu erfahren, ist es nothwendig, jenen an fixen Bestandtheilen zu bestimmen, und von dem Gesammtgehalt in Abzug zu bringen. Den Gehalt der Flüssigkeit an fixen Bestandtheilen erfährt man aber, durch Auflösen von Kochsalz in der gekochten gegohrenen Flüssigkeit, bei deren Bereitung man genau so verfährt, wie in der Attenuationslehre bei der sacharometrischen Probe angegeben worden.

In 1000 Gran dieser gekochten Flüssigkeit werden 360 Gran Kochsalz gebracht. Davon blieben nach Anzeige des Halymeters 25 Gran ungelöst; es wurden sonach aufgelöst 360 — 25 = 325 Gran, und die gekochte Flüssigkeit enthielt Wasser:

$$335 \times 2.7778 = 930.5 \text{ Gran}.$$

An fixen Bestandtheilen (Zucker, Extract) war demnach darin enthalten:

$$1000 - 930.5 = 69.5 \text{ Gran}$$

und nun ergibt sich nach Abzug dieses vom Gesammtgehalt der Gehalt der gegohrenen Flüssigkeit an Weingeist:

$$= 208.4 - 69.5 = 138.9 \text{ Gran.}$$

In der ersten Anleitung zur halymetrischen Probe (Dingl. Journal Bd. 62, S. 302) hat Fuchs angegeben, der Alkoholgehalt in diesem Weingeiste betrage im Mittel $\frac{11}{24.5}$. Später hat Schafhäutl (Dinglers Journal Bd. 109 S. 54) die ersteren Zahlen einer Revision unterzogen, und sie mit Rücksicht auf den Extractgehalt und das Destillations-Resultat corrigirt, weil die Vergleichung mit den Resultaten der Destillationsprobe und mit denen der damit harmonirenden sacharometrischen Probe zeigte, daß dieselbe der erforderlichen Zuverlässigkeit und Genauigkeit entbehrte.

Diese Nichtübereinstimmung der Resultate war vielleicht weniger in einer Unrichtigkeit des angewendeten Princips, als darin zu suchen, daß das befolgte Verfahren noch einige Mängel darbot, so wie die Zahlen nicht ganz richtig waren, mittelst welcher man den Alkoholgehalt des sich dem Kochsalz gegenüber stellenden Weingeistes berechnete. Diese Aussprüche habe ich bereits in André's „Ökonomischen Neuigkeiten und Verhandlungen", Jahrgang 1840, 2. Band, S. 481 u. f., dann noch an mehren andern Orten begründet. Man hatte dabei die Hauptsache übersehen, nämlich mittelst der Destillationsprobe zu controliren, ob die halymetrischen Resultate richtig seien.

Zur Ausführung der halymetrischen Probe gehört ein eigener Apparat, aus feiner Wage mit Stativ, Tausend-Grangewichtseinsatz, Halymeter mit Stativ, Glaskölbchen, Weingeistlampe und mehren anderen Zubehör bestehend, dann an Materialien vornehmlich das zubereitete durchgesiebte, chemisch reine, vollkommen trockene Kochsalz u. m. A.

Eine genauere Einsicht in das zu befolgende Verfahren und die vollständigere Kenntniß des ganzen erforderlichen Apparats muß in den bezüglichen Abhandlungen gesucht werden.

Nachdem zur Ausführung dieser Probe das Einkochen der gegohrenen Flüssigkeit nothwendig ist, und die sacharometrische Probe dieselbe Operation erfordert, halte ich nach meiner Erfahrung und Überzeugung dafür, daß dann eben so leicht die sacharometrische Bestimmung des Alkoholgehaltes eintreten kann, und daß diese ein richtigeres Resultat gibt.

4. Die optische Probe.

Die optische Probe wurde von Prof. Steinheil ursprünglich angewendet, um zu erkennen, ob ein Bier in Vergleichung mit einem Normalbier mehr Wasser enthalte als dieses. Sie gründet sich auf die lichtbrechende Eigenschaft der Biere, welche bei an Alkohol- und Extract reicheren Bieren größer ist, so daß man durch Vergleichung der Lichtbrechuug des gewässerten Biers mit jener des ursprünglichen nicht gewässerten die Menge des dem erstern beigemischten Wassers bestimmen kann.

Später hat Steinheil seine optische Bierprobe auch auf die Bestimmung des Alkoholgehaltes in gegohrenen Flüssigkeiten ausgedehnt und dazu die specifische Schwere derselben ermittelt mit einem Sacharometer als zweite zu beobachtende physikalische Eigenschaft in Rechnung gebracht. (Siehe dessen Abhandlungen im Wiener „Allgemeinen polytechnischen Journal", 1843, S. 129 und 137, und an andern Orten.)

Allein so lange die Resultate der optischen Probe durch die der Destillation nicht controlirt und bestätigt waren, konnte man ihnen keine vollkommene Glaubwürdigkeit zusprechen, so wie ich Zweifel gegen ihre Richtigkeit in der „Encyklopädischen Zeitschrift des Gewerbwesens" (Mittheilungen" S. 136) 1844 dann 1846. S. 581 bereits begründet habe.

Die Ausführung der optischen Probe erfordert zwei Instrumente und zwar eines zur Bestimmung des Grades von Lichtbrechung, welche die gegohrene alkoholhaltige Flüssigkeit zeigt, das von Steinheil „der optische Gehaltmesser" genannt wird, und nicht nur ziemlich theuer ist, sondern auch eine sehr delicate Behandlung beansprucht; dann ein Procenten-Sacharometer, zur Ermittelung der Dichte der geprüften gegohrenen Flüssigkeit ausgedrückt in Sacharometer-Procenten.

Auf meine Bemerkungen a. a. O. S. 581 ist Steinheil stillschweigend von seinen früheren Angaben selbst abgegangen, und hat nach der ihm daselbst gegebenen Andeutung auf Beobachtungen bei der Untergährung der Biere mit dem optischen Gehaltmesser und Sacharometer in der königl. Hofbrauerei in München gestützt, neue Zahlenverhältnisse ermittelt, welche seiner Probe nun zur Grundlage dienen und ihr eine größere Verläßlichkeit und Richtigkeit ertheilen. Er hat die Resultate seiner dießfälligen Untersuchungen in einer Schrift niedergelegt mit dem Titel: „Gehaltsprobe für Biere, durch welche der

Vollzug der in Baiern giltigen Biergesetze möglich wird. München 1847. 4to", worin er auch Anleitung zur Ausführung seiner Bierprobe giebt, deren Resultate er in Schubtallen gelegt hat.

Da sich jedoch diese Arbeiten Steinheils speciell auf die Prüfung der Biere beziehen, so kann darauf erst dann näher eingegangen werden, bis von den Bierproben die Rede sein wird.

Übrigens ist über die sacharometrische, halymetrische und optische Probe auch der Jahrgang 1848 von Dingler's polytechnischem Journal, welcher mehrere sehr belehrende Aufsätze darüber enthält, dann die encyklopödische Zeitschrift des Gewerbwesens, Prag 1848 S. 329 nachzulesen, um sich in der Frage über den Werth dieser Proben gehörig zu orientiren.

5. Die specifische oder Dichten-Probe.

Ich nenne diese Probe der Kürze wegen die specifische oder Dichtenprobe, weil man den Alkoholgehalt der gegohrenen Flüssigkeit hierbei aus der Attenuations-Differenz, ausgedrückt durch die specifischen Schweren oder Dichten, bestimmt. Otto in seiner „Rationellen Praxis der landwirthschaftlichen Gewerbe", 2. Auflage, S. 591, dann in Liebig's „Handwörterbuch der Chemie", 1. Band, S. 791 und 792, Artikel: „Bier und Untersuchung desselben", sagt hierüber: Die Dichte des frischen alkoholhaltigen Biers wird um denselben Betrag geringer sein als die des gekochten entgeisteteu, um welchen die Dichte eines Branntweins von gleichem Alkoholgehalte mit dem Biere geringer als die des Wassers sein wird. Z. B. die Dichte eines frischen Biers sei = 1.025, die des gekochten = 1.032. Die Differenz zwischen beiden ist nun: 1.032 — 1.025 = 0.007. Um diesen Betrag werde nun ein Branntwein von gleichem Alkoholgehalte mit dem Biere specifisch leichter sein als Wasser, er werde also eine Dichte = 1.000 — 0.007 = 0.993 besitzen. Dieser specifischen Schwere entspricht aber nach Meißner's Tabelle ein Alkoholgehalt von 4 pCt., folglich enthielte das Bier 4 Gewichtsprocente Alkohol; allein das Resultat fällt nach dieser Methode immer zu groß aus; der Alkoholgehalt eines solchen Biers wäre vielmehr nur circa 3.9 %, und es ist diese Bestimmungsmethode des Alhoholgehaltes mit einem constanten Fehler von im Mittel 0.1 pCt. behaftet, um welchen derselbe zu hoch bestimmt wird. Es ist dabei übersehen worden, daß das im Biere enthaltene Malzextract, auf dessen specifische Schwere und auf die Differenz dieses mit jener

des gekochten Biers einen Einfluß nimmt, so daß keine ganz richtige Vergleichung dieser Differenz mit jener Statt finden kann, die sich zwischen Flüssigkeiten herausstellt, welche bloß Gemische von Wasser und Alkohol sind. Auch wurde es versäumt, sie durch die Destillationsprobe zu controliren.

Weil diese Methode ebenfalls die Operation des Einkochens der gegohrenen alkoholhaltigen Flüssigkeit erfordert, so gewährt die darauf gestützte sacharometrische Bestimmung des Alkoholgehaltes auch hier ein richtigeres Resultat.

Tabarié bedient sich eines ähnlichen Verfahrens zur Bestimmung des Alkoholgehaltes in gegohrenen, nicht kohlensäurehaltigen Getränken (Weinen), nur mit dem Unterschiede, daß er die Attenuations-Differenz nicht auf gleiche absolute Gewichte, sondern auf gleiche Rauminhalte der gegohrenen und gekochten Flüssigkeit bezieht. Das zu dieser Probe ausgedachte Instrument nennt er Önometer. (**Annales de Chimie et de Physique, T. 45, p. 222.**) Es ist nicht bekannt, ob Tabarié sein Verfahren mittelst der Destillationsprobe controlirt hat.

Zennek hat eine ganz gleiche Methode dieser Bestimmung beschrieben.

6. Die analytische Probe.

Hoffmann hat den Alkoholgehalt im Biere im chemischen Laboratorium zu Gießen dadurch bestimmt, daß zuerst der Alkohol aus demselben in einem Destillir-Apparate mit langer aufsteigender und dann wieder abwärts gebogener Kühlröhre durch längere Zeit dauerndes Sieden als Destillat abgesondert, und dieses, welches aus einem starken (?) Alkohol bestand, der Elementar-Analyse unterworfen wurde. Aus dem gefundenen Kohlenstoffgehalt berechnete er die Menge des absoluten Alkohols. Zur Controle sei auch die Dichte des Destillats ausgemittelt worden und habe ein Resultat gegeben, welches mit dem der Analyse gut übereinstimmte. (Liebig's Annalen Bd. 56. S. 126. 1845).

So zeigte Burton-Ale (aus England) nach der Elementar-Analyse einen Alkoholgehalt von . . . . 6.622 pCt.
nach dem absoluten Gewichte und der Dichte
des Destillates von . . . . 5.883 „
nach der Methode von Otto aus der Differenz
in den specifischen Schweren berechnet von . 7.000 „
welche Resultate jedoch keineswegs befriedigend übereinstimmen.

Das Verfahren dabei ist ferner viel zu umständlich, als daß es Eingang in die Praxis finden könnte, weßhalb wir uns begnügen es hier erwähnt zu haben.

7. Die thermometrische Probe.

Gröning hatte zuerst (1822) vorgeschlagen, den Alkoholgehalt geistiger Flüssigkeiten, die aus Wasser und Alkohol gemischt sind, aus ihrem Siedepuncte zu bestimmen.

Brossard-Vidal hat dieses Verfahren neuerlich wieder in Vorschlag gebracht und auch auf gegohrene alkoholhaltige Flüssigkeiten ausgedehnt.

Den dazu construirten Apparat nannte er Ebullioscope (Apparat zur Bestimmung des Siedepunctes), (**Thermomètre alcoométrique**). Conaty verbesserte, Ure vereinfachte Brossard-Vidal's Verfahren und Apparat; Lerebours und Secretau gaben ihm die letzte Verbesserung, wodurch die Probe so vereinfacht wurde, daß man sie zur Bestimmung des Alkohols im Wein anwenden kann. J. J. Pohl in Wien endlich veränderte Form und Einrichtung des Ebullioskops von Lerebours und Secretau wesentlich, und wendete es auch auf die Bestimmung der Alkoholgehalte in den Bieren uud gegohrenen Branntweinmeischen an.

Der Apparat besteht aus einem Kochgefäß von Messingblech mit Ofen, einer Weingeistlampe und aus einem sehr empfindlichen Thermometer mit seiner Scala. Diese Letztere ist so graduirt, daß sie nicht Temperatursgrade, sondern durch den Stand des Quecksilbers in der Röhre unmittelbar Gewichtsprocente Alkohol von 0 bis 12 in der der Siedeprobe unterworfenen geistigen Flüssigkeit einerseits — und die diesen entsprechenden Dichten bei 15° C = 12° R. Temp. andererseits angibt. Pohl hat hierzu nach Versuchen die folgende kleine Tabelle zusammengestellt.

Siedepuncte von Mischungen des Alkohols mit Wasser bei 760 Millimeter Barometerstand.

Procentgehalt des Alkohols	Dichte bei 15° C. = 12° R.	Corrigirter Siedepunkt	Differenz
0	1.0000	100.00	
1	0.9982	98.79	121
2	0.9964	97.82	97
3	0.9947	96.85	97
4	0.9930	95.90	95
5	0.9913	95.02	88
6	0.9898	94.21	81
7	0.9883	93.43	78
8	0.9868	92.70	73
9	0.9854	92.03	67
10	0.9840	91.40	63
11	0.9827	90.83	57
12	0.9814	90.27	56

Die Procentenscala ist von 0.1 zu 0.1, die Dichtenscala von 0.0002 zu 0.0002 abgetheilt.

Bei der Prüfung wird die gegohrene alkoholhaltige Flüssigkeit in das Siedegefäß gefüllt, das im Deckel desselben befestigte Thermometer eingesetzt und erstere dann zum Kochen erhitzt, was in 9 bis 12 Minuten eintritt, worauf dann nach dem Stand des Quecksilbers in der Röhre unmittelbar der Alkoholgehalt der Flüssigkeit an der Scala nach ganzen und Zehntel-Procenten abgelesen und auch noch Unterabtheilungen der Zehntel-Procente geschätzt werden können.

Bei dieser Ablesung wird der erste, manchmal nur momentane Stillstand des Quecksilberfadens nicht berücksichtiget, sondern erst beim zweiten, welcher 6 bis 18 Secunden dauert, der Stand des Quecksilbers notirt, womit der ganze Versuch beendiget ist.

Aber nur bei einem Barometerstande von 0.760 Millimetern liefert er richtige Resultate. Wird der Versuch bei anderen Barometerständen gemacht, so muß entweder eine Reduction durch Rechnung vorgenommen werden, oder man legt die bezügliche

Correctur in das Instrument selbst, und stellt durch einen vorhergehenden Kochversuch mit reinem Wasser die dafür bewegliche Scala des Thermometers erst auf diesen ein, wozu die erforderliche Einrichtung an dem Instrumente getroffen ist.

Bei den dießfalls von Pohl vorgenommenen vergleichenden Versuchen wurde der Alkoholgehalt von 3 Biersorten um 0.05 bis 0.1 durch Destillation größer als nach dem Siedepuncte bestimmt.

Das Ebullioskop nach Pohl's Construction verfertigt der Mechanicus M. Kapeller in Wien um den Preis von 20 bis 25 fl. C. M. Die Abhandlung von J. J. Pohl über dasselbe befindet sich in den Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kais. Akademie der Wissenschaften Bd. II. Wien 1850. Bei der Betrachtung der Bierproben werden wir noch einmal darauf zurückkommen.

Im polytechnischen Centralblatte, Jahrgang 1851 S. 609 u. s. w. finden sich Angaben über den Alkoholgehalt des Waldschlößchen-Biers, wornach dieser

mit dem Ebullioskop bestimmt	. . =	4.8	pCt.
nach dem Verfahren von Otto	. . . =	4.5	„
nach der sacharometrischen Probe	. . . =	3.367	„ und
durch Destillation	. . . . =	3.933	„

ermittelt wurde.

Diese Angaben tragen das Gepräge der Unrichtigkeit in sich selbst.

Die Bestimmung des Alkoholgehaltes einer gegohrenen Flüssigkeit nach der specifischen oder Dichtenprobe (Otto) und jene nach der sacharometrischen Probe (vom Verfasser) beruhen auf denselben vergleichenden Dichtenbestimmungen der gegohrenen und gekochten Flüssigkeiten, demnach auf gleichen Elementen, und nur die Berechnungsweise des Alkoholgehaltes daraus ist verschieden, wodurch wie S. 236 nachgewiesen worden, die sacharometrische Bestimmung um circa 0.1 pCt. kleiner ausfällt, mithin wenn der Alkoholgehalt nach der Dichtenprobe 4.5 pCt. gefunden wurde, er nach der sacharometrischen Probe nahe 4.4 pCt. betragen muß. Da überdieß die Destillationsprobe um fast 0.5 pCt. von diesen beiden Proben abweicht, so ist wohl meine Überzeugung, daß die vorstehend genannten Resultate kein Vertrauen verdienen, gerechtfertigt.

Wenn man nun diese Methoden zur Bestimmung der Alkoholgehalte gegohrener Flüssigkeiten überblickt, so findet man, daß

die Destillationsprobe die einzig wahrhafte, dabei aber auch zeitraubend ist und eines kostspieligen Apparats bedarf. Die sacharometrische Probe kommt ihr am nächsten und ist durch sie controlirt und bestätigt, so daß man davon in der That in der Praxis im Großen Gebrauch machen kann; sie ist einfach und leicht ausführbar und dadurch dem Gewerbsmanne zugänglicher.

Die Ermittelung der Attenuationsverhältnisse bei der Gährung des gemeinen und Krümelzuckers in Verbindung mit der Destillationsprobe zur Bestimmung des Alkoholgehaltes der gegohrenen Flüssigkeit sind vollkommen geeignet, die Resultate der chemischen Bildungsarten des Zuckers (des Krümelzuckers aus Stärkmehl) und die Formeln, welche dessen Zersetzung bei der Gährung andeuten, zu controliren, und da, wo es nöthig, zu berichtigen, wie schon bei dem gemeinen Zucker nachgewiesen wurde. Die Attenuationsverhältnisse stehen bei dem Gährprocesse mit der Zersetzung des Zuckers in ähnlichem Zusammenhange wie die Mischung desselben, und besitzen auch in dieser Beziehung wissenschaftliches Interesse.

Ebenso sind die sich darstellenden Attenuationsverhältnisse in Gemeinschaft mit der Destillationsprobe geeignet, die Richtigkeit der Bestimmungen der den Gehalten an Zucker in Gewichtsprocenten correspondirenden specifischen Schweren der Zuckerauflösungen zu erproben.

Das Vorstehende über die allgemeinen Verhältnisse des Processes der geistigen Gährung und der gegohrenen Flüssigkeiten vorausgesendet, übergehen wir nun zur Betrachtung der in den speciellen Zweigen der Gährungschemie verarbeiteten Materialien.

Von den zymotechnischen Gewerben, wozu wir:

1) Die Bierbrauerei,
2) die Branntweinbrenneri,
3) die Hefenerzeugung,
4) die Weinbereitung und
5) die Essigfabrikation

zählen, werden einige auch landwirthschaftliche Nebengewerbe genannt, weil sie häufig im engern Verbande mit der Landwirthschaft und nicht immer als selbstständige Commercialgewerbe betrieben werden. Hier können wir auf diese übliche Abtheilung jener Gewerbe keine Rücksicht nehmen. Wir müssen sie vielmehr sämmtlich als selbstständige Gewerbe betrachten,

weil jene zufälligen Beziehungen derselben auf die Darstellung und Begründung ihrer Ausübung im Großen keinen Bezug haben.

Wir werden zuvor die erstgenannten drei Gewerbe abhandeln, weil sie im nächsten Zusammenhange mit einander stehen, sie deßhalb füglich nicht wohl getrennt behandelt werden, und weil wir ihnen einen gemeinschaftlichen vorbereitenden Unterricht voraussenden können. Die Betrachtung der Essigfabrikation muß nothwendig den Schluß des Ganzen bilden, indem Essig immer erst aus bereits alkoholhaltigen Flüssigkeiten erzeugt werden kann, und man demnach die Bereitung dieser vorher kennen gelernt haben muß.

Da die Bierbrauerei, Branntweinbrennerei und Hefenfabrikation sich zur Erzeugung ihrer Producte meistens derselben Materialien bedienen, so wird es nützlich sein, zuvor diese ihre Bestandtheile und die Art ihrer Vorbereitung zur Verarbeitung näher zu betrachten, bevor wir auf die Beschreibung der Anwendung derselben zur Erzeugung von Bier, Branntwein und Hefe übergehen.

Tabelle IX.

der Alkoholfactoren und Attenuations-Quotienten für die Gährung von Zuckerlösungen von 5 bis 30 pCt. Sacharometer-Anzeige, wobei keine neue Hefe gebildet und ausgeschieden wird.

Ursprüngliche Sacharometer-Anzeige der Zuckerlösung	Alkoholfactoren für die scheinbare Attenuation	Alkoholfactoren für die wirkliche Attenuation	Attenuations-Differenz	Attenuations-Quotienten	Werth von $\frac{c}{b}$
= p	= a	= b	= c	= q	
5	0.4294	0.5239	2.3813	1.220	4.545
6	0.4312	0.5265	2.3823	1.221	4.524
7	0.4330	0.5292	2.3837	1.222	4.504
8	0.4348	0.5319	2.3852	1.223	4.484
9	0.4367	0.5346	2.3866	1.224	4.464
10	0.4386	0.5373	2.3880	1.225	4.444
11	0.4405	0.5401	2.3898	1.226	4.424
12	0.4424	0.5429	2.3916	1.227	4.404
13	0.4444	0.5457	2.3934	1.228	4.385
14	0.4464	0.5486	2.3956	1.229	4.366
15	0.4484	0.5515	2.3978	1.230	4.347
16	0.4504	0.5545	2.4004	1.231	4.328
17	0.4524	0.5575	2.4030	1.232	4.310
18	0.4545	0.5605	2.4055	1.233	4.291
19	0.4566	0.5635	2.4081	1.234	4.273
20	0.4587	0.5665	2.4106	1.235	4.255
21	0.4608	0.5696	2.4135	1.236	4.237
22	0.4630	0.5727	2.4164	1.237	4.219
23	0.4652	0.5758	2.4193	1.238	4.201
24	0.4674	0.5790	2.4225	1.239	4.183
25	0.4696	0.5823	2.4262	1.240	4.166
26	0.4718	0.5856	2.4298	1.241	4.149
27	0.4741	0.5889	2.4334	1.242	4.132
28	0.4764	0.5922	2.4370	1.243	4.115
29	0.4787	0.5955	2.4406	1.244	4.098
30	0.4810	0.5989	2.4444	1.245	4.081

Dritte Abtheilung.

Materialien - Lehre.

oder

Die Lehre von den zum Bierbrauen und Branntweinbrennen verwendeten Materialien und Naturproducten, so wie von ihrer Vorbereitung zur weitern Verarbeitung.

Mit Tabellen.

Zum Bierbrauen und Branntweinbrennen verwendete Materialien und von ihrer Vorbereitung für die weitere Verarbeitung.

Zur Bier- und Branntweinerzeugung werden vorzugsweise Stärkmehl und Kleber enthaltende Naturproducte — die Getreidearten — bloß Stärkmehl enthaltende Naturproducte — die Kartoffeln — dann ausnahmsweise Stärkmehl und Zucker oder zuckerhaltige Substanzen angewendet.

Von jenen die sowohl zur Erzeugung von Bier als auch zur Erzeugung von Branntwein dienen, soll hier gehandelt werden. Jene, welche bloß zur Erzeugung von Branntwein verwendet werden, sollen in der Branntweinbrennerei in Betracht kommen.

Die Getreidearten eignen sich zur Bier- und Branntwein-Erzeugung vorzugsweise vermöge ihres Gehaltes an Kleber und Stärkmehl, von welchen der erstere die Eigenschaft besitzt, das letztere unter Mitwirkung von Wasser und Wärme in Gummi und Zucker zu verwandeln, wie dieß bei dem Meischprocesse in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei geschieht. Zum Bierbrauen werden verwendet: die Gerste, der Weizen, der Hafer in England und Nordamerika auch der Mais, zur Branntweinerzeugung noch der Roggen, Buchweizen, Reiß u. m. a. Den Vorzug vor allen Getreidearten hierzu haben die Gerste und der Weizen. Sonst aber können wohl alle Getreidearten zur Bier- und Branntweinerzeugung verwendet werden.

Ein jedes Getreidekorn besteht aus der Hülse und aus dem mehligen Korn, wovon letzteres beim Vermahlen als Mehl gewonnen, erstere dabei als Kleie abgesondert wird.

Die Getreidehülsen enthalten:

Pflanzenfaser, Eiweiß, freie Phosphorsäure und phosphorsauren Kalk, fettes Öl und gelbes Harz.

Das mehlige Korn enthält:

Stärkmehl, Zucker, Gummi, Kleber (Glutin, Mucin, Fibrin) — Proteingebilde —, Eiweiß, Wasser und Salze, vorzüglich Phosphate.

Die Qualität der verarbeiteten Getreidearten wird ziemlich genau beurtheilt nach ihrer specifischen Schwere oder nach dem absoluten Gewichte der Maßeinheit derselben. Je schwerer diese Maßeinheit Getreide, desto mehr nutzbare Substanz (Mehl) ist in demselben enthalten, desto besser ist seine Qualität.

Ein Wiener Metzen

Korn	wiegt 65	bis 85,	im Mittel	75	℔.
Weizen	„ 80	„ 90,	„ „	85	„
Gerste	„ 60	„ 75,	„ „	$67^1/_2$	„
Hafer	„ 48	„ 54,	„ „	51	„

Die k. k. Finanzbehörde nimmt diese Gewichte, wie folgt, an, als:

1 W.	Metzen	Roggen . .	zu 76	℔.
1 „	„	Weizen . .	„ 80	„
1 „	„	Gerste . .	„ 60	„
1 „	„	Hafer . .	„ 55	„
1 „	„	Linsen u. Erbsen	„ 85	„

Um diese absoluten Gewichte der gesetzlichen Maßeinheit der Getreidearten im Kleinen zu erproben und hiernach den Werth derselben beim Ankaufe oder bei deren Verwendung beurtheilen zu können, hat man verjüngte Maße und Gewichte, mittelst welcher kleine Quantitäten des Getreides schnell abgemessen und gewogen werden können — eine Vorrichtung, die sich mit einer Wage im Etui bequem in der Tasche herumtragen und überall gebrauchen läßt. Die verjüngte Maßeinheit ist der Getreideprobmetzen, $^1/_{1024}$ des wirklichen Metzens. Das verjüngte Pfund ist $^1/_{1024}$ des wirklichen Pfundes oder = $^1/_{32}$ Loth; es wiegt $7^1/_2$ Gran. Der Getreideprobmetzen faßt gestrichen 822 Gran Wasser bei 12° R. Temperatur, wornach sein Rauminhalt controlirt und adjustirt werden kann; man verfertigt ihn von Messingblech. Für den Metzen hat man ein Tara-Gewichtsstück. So viel verjüngte Pfunde ein mit Getreide gestrichen vollgefüllter Getreideprobmetzen wiegt, so viel wirk-

liche Pfunde wiegt ein wirklicher Metzen Getreide. Beim Gebrauche sind einige Vorsichten zu beobachten, die durch Übung leicht erlernt werden, besonders was das Einfüllen und Abmessen des Getreides in dem kleinen Meßgefäße betrifft.

Man hat sich bemüht, die Anzahl Getreidekörner zu zählen, welche 1 Wiener Metzen faßt. Es ist begreiflich, daß diese Bestimmungen so wie die Wägungen im Kleinen auf keine besondere Genauigkeit Anspruch machen können; indessen gestatten sie relative Vergleichungen und deßhalb werden sie hier aufgeführt.

1 Wiener Metzen faßt nach v. Wahlberg, nach R. André Körner:

Weizen	1.305.159,	1.304.900,
Roggen	1.752.983,	2.411.609,
Gerste	1.029.342,	911.100,
Hafer	819.975,	1.181.200,
Erbsen	—	352.000,
Wicken	—	1.058.400

im Durchschnitte. Diese Zahlen beweisen, daß die Roggenkörner am kleinsten, die des Weizens etwas größer, jene der Gerste noch größer und die des Hafers am größten (?) sind. Der Hafer nimmt vorzüglich seiner spelzigen Spitzen wegen vielen Raum ein, spießt sich beim Einmessen und läßt mehr Zwischenräume, daher bei diesem die Art des Messens einen besonders großen Einfluß nimmt auf die Bestimmung seiner Quantität.

Die botanischen Merkmale der Getreidearten können in den Lehrbüchern der Botanik nachgesehen werden; es würde zu weit führen sich hier damit befassen zu wollen.

Als nächste trennbare Theile haben wir bei den Getreidearten zu unterscheiden die Samenhülse und das mehlige Korn. Das letztere ist von verschiedenen Organen gebildet; es enthält die Samenlappen, aus welchen sich der Keim entfaltet, und diejenigen Bestandtheile, welche in der Bierbrauerei (und Branntweinbrennerei) vorzüglich in Betracht kommen, nämlich das Materiale zur Bier- und Branntweinerzeugung liefern.

Sie sind: das Stärkmehl, der Stärkmehlzucker, das Stärkmehlgummi, der Kleber, das Albumin (Eiweiß), wozu noch in der Hülse der Pflanzenfaserstoff und ein fettes Öl kommen.

Es ist nothwendig, diese Körper nach ihrem Vorkommen nach ihren Eigenschaften und nach ihrem Verhalten näher zu betrachten.

In Hinsicht auf Qualität der Bestandtheile kommen die Getreidearten im Allgemeinen wohl mit einander überein, nur im Einzelnen weichen dieselben etwas von einander ab. In Rücksicht der quantitativen Verhältnisse sind sie dagegen mehr verschieden, und zwar nicht nur verschiedene Getreidearten, sondern auch eine und dieselbe Getreideart, wenn sie auf verschiedenem Boden und in verschiedenen Klimaten gebaut und mit verschiedenen Dungmitteln cultivirt worden war. — Stickstoffreiche Dungmittel bedingen auch einen größern Gehalt an Stickstoff enthaltenden Bestandtheilen (Kleber) in den Getreidesamen. (Hermbstädt.)

Das Stärkmehl, Satzmehl, Kraftmehl, Amylon.

Das Stärkmehl ist für den Bierbrauer und Branntweinbrenner einer der wichtigsten Pflanzenbestandtheile; er verwandelt es bei den von ihm unternommenen Processen in Gummi und Zucker, und aus der so dargestellten zuckerhaltigen Flüssigkeit erzeugt er durch die Biergährung das Bier etc. Er muß daher seine Eigenschaften und sein Verhalten je nach seiner Abstammung genau kennen.

Das Stärkmehl ist vorzüglich in den Samen der Getreidearten, in den Hülsenfrüchten (Erbsen, Linsen, Bohnen), in den Eicheln und Kastanien, im Mais und Reiß, in mehren Wurzeln und Knollen (Kartoffeln), im Stamme der Palmen und in der Blattsubstanz der Flechten u. s. w. enthalten.

Bierbrauer und Branntweinbrenner haben es vorzüglich mit dem Stärkmehl der Getreidearten und mit jenem der Kartoffeln zu thun.

Das Stärkmehl derselben stellt sich uns dar als ein weißes, zartes, im Lichte glänzendes Pulver, welches ohne Geruch und Geschmack ist und zwischen den Fingern gerieben knirscht. Die Structur der Stärkmehlkörner hat man neuerer Zeit mikroskopisch untersucht. Nach der genauern Beobachtung von Fritzsche bestehen die Stärkmehlkörner aus einem Kern, um welchen herum sich die Stärkmehlsubstanz in concentrischen Schichten abgelagert hat. Die Körner des Kartoffelstärkmehls sind eiförmig, die des

Getreidestärkmehls linsenförmig. Erstere sind bedeutend größer als letztere. Die specifische Schwere des Stärkmehls = 1.53. Im kalten Wasser, im Weingeist, im Äther und in den Ölen ist es unlöslich. In bei 15° R. getrocknetem (lufttrockenem) Zustande enthält es noch 12 (Weizen) bis 18 (Kart.) pCt. Wasser, welches beim Trocknen im Wasserbade aus demselben entweicht. Beim Erhitzen bis circa 200° R. Temperatur wird es gelb, verliert 20 (Weizen) bis 25 (Kart.) pCt. vom Gewichte, und wird in Gummi (Röstgummi, oder geröstetes Stärkmehl) umgewandelt, welches im kalten Wasser löslich ist. Eine solche theilweise Röstung des Stärkmehls findet Statt beim Darren des Malzes, wenn die Darrplatten eine höhere Temperatur (über 80° R.) annehmen, wobei das Malz braun (geröstet) wird. Dieses Gummi ist der Umwandlung in Zucker durch Kleber oder Diastas nicht fähig.

Hundert Gewichtstheile Stärkmehl nehmen im Wasser einen ebenso großen Raum ein, wie der ist, welchen 70 Gewichtstheile Wasser besitzen, so daß 100 ℔ Stärkmehl und 100 ℔ Wasser zusammen einen Raum einnehmen, welcher gleich ist dem von 170 ℔ Wasser. Das nasse Stärkmehl hält nach seiner Bereitung und so wie es sich aus dem Wasser absetzt, von 34 bis 48 pCt. seines Gewichtes Wasser zurück, was man beim Ankaufe und bei der Verwendung eines solchen durch einen Trocknungsversuch von etwa 10 Loth desselben, ausgebreitet auf einigen über einander gelegten Bogen Fließpapier und getrocknet bei einer Temperatur von circa 15° R. erprobt.

Das lufttrockene Stärkmehl wird von concentrirter Schwefelsäure wegen seines Wassergehaltes nur wenig verkohlt; beim Kochen mit sehr verdünnter Schwefelsäure wird es zuerst in Gummi, dann dieses in Zucker und durch Erhitzung mit mäßig concentrirter Salpetersäure in Oxalsäure und in Äpfelsäure umgewandelt. Kleber und Diastas verwandeln es bei günstiger Temperatur und unter Mitwirkung einer gehörigen Wassermenge in Gummi und Zucker, welches so wie das mittelst Schwefelsäure bereitete Stärkmehlgummi sich von dem Röstgummi dadurch unterscheidet, daß es sowohl mittelst verdünnter Schwefelsäure wie auch unter den erforderlichen Umständen mittelst Diastas in Zucker verwandelt werden kann.

Im heißen und kochenden Wasser schwillt das Stärkmehl zu einer durchscheinenden, schleimigen, klebrigen Masse auf, welche

man Stärkekleister nennt, der als Klebmittel ꝛc. Anwendung findet und woraus die Stärkmehlsubstanz durch Weingeist gefällt wird.

Jodtinctur (eine Lösung des Jod im Weingeist) färbt diesen Kleister schnell dunkelblau; langsamer findet damit die Färbung des Stärkmehls Statt. Dieser Kleister, von Kartoffel-Stärkmehl bereitet, ist durchsichtiger als der von Weizen-Stärkmehl erzeugte. Ein Gewichtstheil Stärkmehl auf 9 Gewichtstheile Wasser reicht hin, dem Kleister eine hinreichende Consistenz zu geben. Die Kleisterbildung des Kartoffel-Stärkmehls findet schon Statt bei einer Temperatur von 52 bis 56° R., ebenso wie die des in der gemalzten Gerste enthaltenen Stärkmehls. Das aus den rohen Getreidearten ausgeschiedene dagegen bildet erst bei höherer Temperatur, das Weizenstärkmehl erst bei 60 bis 65° R. Kleister, welcher bei gleicher Stärkmehl- und Wassermenge consistenter als jener aus Kartoffel- oder Malzstärkmehl bereitete ist, woran der größere Wassergehalt des lufttrockenen Kartoffel-Stärkmehls mit Ursache ist. Überläßt man Weizen-Stärkmehlkleister bei 16 bis 20° R. Temperatur sich selbst, so wird er nach 4 bis 8 Wochen süß, zum Theil das Stärkmehl in Zucker verwandelt; Kartoffel-Stärkmehlkleister wird sauer. An der Zuckerbildung bei dem erstern ist sein geringer Klebergehalt Ursache.

Mit Wasser auf einem Reibestein oder in einer Reibeschale zerrieben, wird das Stärkmehl aufgequellt und so fein zertheilt, daß es einen dicken Schleim wie Tragantgummi liefert. Verdünnt man diesen mit Wasser, so erhält man eine fast klare, durchsichtige Flüssigkeit, welche von Jodtinctur, je nach ihrer Concentration, violett, dunkelblau, oder schwarzblau gefärbt und gefällt wird. Beim Erhitzen verschwindet diese Färbung, wie auch beim Zusatz von schwefliger Säure, von Hydrothionsäure und von Alkalien.

Mit Gerbestoff, Mineralsäuren und Metalloxiden, mit Bleioxid, Kalk und Baryt verbindet sich das Stärkmehl und wird damit in Verbindung gefällt. Bei der trockenen Destillation liefert es kein (?) stickstoffhaltiges Product; bei der Verbrennung zeigt es den Geruch nach verbranntem Zucker.

Das reinste Stärkmehl ist das Kartoffel-Stärkmehl. Das Getreide- (Weizen-) Stärkmehl enthält in dem Zustande, wie es gewöhnlich im Großen erzeugt wird, etwas Kleber, welcher

daraus durch Waschen desselben mit sehr verdünnter Ätzkalilauge, Ammoniak, oder auch mit verdünnter Essigsäure entfernt werden kann, indem er sich in den genannten Flüssigkeiten auflöst. Das so gereinigte Weizen-Stärkmehl verhält sich in chemischer Beziehung dem Kartoffel-Stärkmehl sehr ähnlich, und liefert nun einen ebenso durchsichtigen, nicht mehr milchig getrübten Kleister. 100 Gewichtstheile lufttrockenes Stärkmehl enthalten 1.40, wasserfreies Stärkmehl 1.70 Gewichtstheile Tegumente vom Trockenheitszustande des Stärkmehls. Wenn man das Stärkmehl mit einem warmen Malzinfusum bis 60° R. erhitzt, so löst sich die Stärkmehlsubstanz darin zu Gummi und Zucker auf, und die Tegumente (die äußere mehr Eiweiß enthaltende Schichte der Stärkmehlkörner) bleiben ungelöst, welche, mit Wasser ausgekocht und getrocknet, das obige Gewicht besitzen. Diese Tegumente verbreiten beim Verbrennen den Geruch nach brennenden Federn und färben sich beim Trocknen an der Luft dunkelbraun, während sie im nassen Zustande graulichweiß sind.

Das Stärkmehl enthält auch etwas fettes Öl und Wachs.

Das bei 100° C. im luftleeren Raume getrocknete Stärkmehl (die Stärkmehlsubstanz) besteht aus

$$C_{12}\ H_{20}\ O_{10},$$

und ist demnach, mit dem wasserfreien Zucker von ganz gleicher Zusammensetzung, die schon in der allgemeinen Gährungschemie S. 99 angegeben wurde. Das Mischungsgewicht desselben ist = 202.5

Zur Zusammensetzung der Milchsäure steht jene des wasserfreien Stärkmehls in derselben Beziehung wie die des wasserfreien Zuckers.

100 ℔ wasserfreies Stärkmehl enthalten nach Abzug der Tegumente (1.70) nur 98.3 wasserfreie Stärkmehlsubstanz, worauf bei der Betrachtung des Processes der Umwandlung des Stärkmehls in Gummi und Zucker Rücksicht genommen werden muß, da die Tegumente diese Umwandlung nicht erleiden.

Nach Jacquelin enthält das Stärkmehl sammt Tegumenten in 100 Gewichtstheilen:

Kohlenstoff . . .	44.77	100.00
Wasserstoff . . .	6.37	
Sauerstoff . . .	48.25	
Stickstoff	0.31	
Asche	0.30	

Der Stickstoffgehalt entspricht beiläufig einem Albumingehalte von 1.5 pCt., was mit der obigen Angabe gut zusammenstimmt.

Das Dextrin.

Die eigenthümliche aufgelöste Stärkmehlsubstanz hat man Dextrin genannt, und diese Benennung hergeleitet von der Eigenschaft seiner Lösung, die Poralisationsebene der Lichtstrahlen nach Rechts zu drehen, welche Eigenschaft auch das trockene Dextrin in dünnen Blättchen im hohen Grade besitzt. — Das Dextrin kann aus dem Kartoffel- oder gereinigten Getreide-Stärkmehl durch Wirkung des Diastas (Gerstenmalz) oder der verdünnten Schwefelsäure dargestellt werden.

Um das Dextrin aus Stärkmehl mittelst Gerstenmalz zu bereiten, erwärmt man in einem Kessel 400 Gewichtstheile Wasser zu einer Temperatur von 50° R. (oder auch in Holzgefäßen mittelst einströmenden Dampfes), trägt in das warme Wasser 5 — 10 Gewichtstheile frisches, zerquetschtes Gerstenmalz (noch feuchte, gekeimte Gerste) ein, bringt 100 Gewichtstheile lufttrockenes Kartoffel-Stärkmehl dazu und steigert nun unter fortwährendem Aufrühren des Stärkmehls die Temperatur der Masse bis 60° R. Die Temperatur derselben wird so lange zwischen 50 — 60° R. erhalten (10 — 20 Minuten), bis die Masse dünnflüssig und alles Stärkmehl aufgelöst worden ist, worauf die Flüssigkeit, um die weitere Wirkung des Diastas zu unterbrechen, aufgekocht und durch ein Sieb geseiht wird, um die Malzhülsen aus derselben abzusondern. Die abgeseihte Flüssigkeit wird hierauf eingekocht und erkaltet, wobei sie zu einer dicken, kleistrigen oder gallertartigen Masse gesteht, welche in einer geheitzten Stube auf Hürden oder auf andere entsprechende Weise getrocknet wird.

Dieses Verfahren bezweckt, das Stärkmehl zur Auflösung zu bringen und dadurch die Stärkmehlsubstanz in jener Form darzustellen, in welcher sie im heißen Wasser löslich ist. Bei fortdauernder, nicht unterbrochener Wirkung des Diastas auf das Dextrin würde dieses in Gummi und theilweise in Zucker umgewandelt werden.

Um das Dextrin aus Stärkmehl mit Anwendung von Schwefelsäure zu bereiten, nimmt man auf 100 Gewichtstheile lufttrockenes Stärkmehl 1 Gewichtstheil Schwefelsäure und 150 Gewichtstheile Wasser. Ein Theil des Wassers wird mit der Schwefelsäure zum Kochen erhitzt und in dieses kochende Sauerwasser das mit dem andern Antheil des Wassers zu einer dicken Milch angerührte Stärkmehl portionweise eingetragen. Zuletzt erhält man die Temperatur der Flüssigkeit eine kurze Zeit bei circa 70° R., bis dieselbe möglichst dünnflüssig geworden ist. Die Schwefelsäure wird nun mit Kalk neutralisirt, der dadurch entstehende Gips abfiltrirt und die klare Flüssigkeit eingekocht, worauf sie nach dem Erkalten zu einer Gallerte gerinnt und diese getrocknet wird.

Es ist bei diesen Bereitungsmethoden des Dextrins nicht zu verhindern, daß sich nebenbei etwas Gummi und Zucker bildete, welche in demselben verbleiben; allein zum technischen Gebrauche ist es hinreichend rein. Durch Waschen mit Weingeist wird der Zucker allein, durch Waschen des gepulverten Dextrins mit kaltem Wasser werden das Gummi und der Zucker hinweggenommen, indem das Dextrin darin nur aufquillt. Die Stärkmehl-Tegumente verbleiben aber in demselben.

Das Dextrin ist der Hauptbestandtheil des Brotes und bildet sich beim Brotbacken durch Einwirkung des Klebers auf Stärkmehl im noch feuchten Teige bei 50—60° R. Diese Wirkung wird aber durch schnelle Steigerung der Temperatur beim Backen sehr bald unterbrochen.

Das Stärkmehl wird daher durch Wirkung des Diastas und der Schwefelsäure zuerst verwandelt in

Dextrin, und durch Fortwirkung des Diastas auf dasselbe in

Dextringummi (Stärkmehlgummi), und dieses in

Dextrinzucker (Stärkmehlzucker).

Das Dextringummi wird in den zymotechnischen Schriften oft mit Dextrin verwechselt.

Das reine Dextrin ist farblos, sonst gewöhnlich gelblich, hart, spröde, durchscheinend, von muschlichem Bruch und glänzender Bruchfläche; es ist neutral, geschmack- und geruchlos. Seine specifische Schwere = 1.25. Im kalten Wasser ist es unlöslich und quillt darin zu einer gallertartigen Masse auf es geht aber darin nun fein vertheilt durch's Filter. Im kochenden Wasser löst es sich auf, worauf sich durch Ruhe die Tegu-

mente absetzen; beim Erkalten der Lösung scheidet es sich größtentheils aus. Im Weingeist ist es unlöslich; von Jodtinctur wird es violett oder blau gefärbt. Gallustinctur (Gerbestoff), Barytwasser, basisch essigsaures Bleioxyd fällen es. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure wird es erst in Gummi, dann dieses in Zucker, durch Diastas oder Gerstenmalz wird es in Gummi und Zucker umgewandelt. Das Gewicht des erzeugten Dextrins ist ziemlich gleich dem des verwendeten Stärkmehls; es bildet den Übergangskörper bei der Umwandlung des Stärkmehls in Gummi und Zucker. Seine Zusammensetzung ist der des Stärkmehls gleich; durch Salpetersäure wird es in Oxalsäure und Pseudo-Äpfelsäure, durch Rösten bei 200° R. Temperatur in Röstgummi verwandelt.

Das gewöhnliche Dextrin schmeckt wie trockene Brotkrume. Man hat es zum Brotbacken, zu Backwerk, in Suppen statt Sago, zu Chocolade, als Verdickungsmittel der Beizen, zur Weberschlichte, zur Sirup-, Bier- und Branntweinerzeugung vorgeschlagen und theilweise verwendet.

Das Dextringummi.

Das Dextrin-Stärkmehl- oder Amidongummi findet sich in geringer Menge schon fertig gebildet in den Getreidesamen; es wird durch längere Einwirkung von Kleber oder Diastas (Gerstenmalz) auf Stärkmehl oder Dextrin neben Dextrinzucker erzeugt und ist vom Dextrin wesentlich verschieden. Es entsteht bei der Erhitzung des mit 1 pCt. Schwefelsäure imprägnirten Kartoffel-Stärkmehls bis 100° C. Als Bestandtheil der Biere und der Bierwürzen, der Branntweinmeische und der Schlempe ist dieses Gummi schon lange gekannt, es wurde aber erst neuerer Zeit rein dargestellt und untersucht.

Aus dem Malz-Stärkmehlsirup (Dextrinsirup) läßt es sich auf folgende Art darstellen. Der Dextrinsirup wird mit Weingeist von 90 bis 95 pCt. Alkoholgehalt bei 60° R. Temperatur extrahirt, welcher den Dextrinzucker auflöst und das Gummi ungelöst zurückläßt; durch wiederholte Extraction mit demselben Weingeist wird es noch vollkommen vom Zucker befreit, das rückständige Gummi aber im warmen Wasser gelöst, mit Kno-

chenkohle gereinigt, durch Papier filtrirt, die Flüssigkeit eingedampft und zuletzt im luftleeren Raume eingetrocknet. Dieses Gummi enthält noch die stickstoffhaltigen Bestandtheile (Kleber) aus dem angewendeten Gerstenmalz, insofern sie in den Sirup übergegangen sind. Man kann es davon möglichst befreien, wenn man den Dextrinsirup bis etwa 15 pCt. Sacharometer-Anzeige mit Wasser verdünnt und diese Flüssigkeit mit Zusatz von Hefe in Gährung versetzt. Hierbei werden die stickstoffhaltigen Bestandtheile größtentheils in Form von neu gebildeter Hefe ausgeschieden. Die gegohrene Flüssigkeit wird filtrirt, eingekocht, abermals filtrirt und nun wie oben mit Weingeist extrahirt, worauf das reine Gummi zurückbleibt.

Das Dextringummi ist im reinen Zustande weiß, sonst gelblich, geschmacklos, geruchlos, in dünnen Platten durchsichtig, nach dem Trocknen zerreiblich, im Bruche glasig. Von Jodtinctur wird es nicht gefärbt. Bis 80° R. erhitzt, erweicht es nicht; über 100° R. gibt es Wasser ab, färbt sich gelb und verbreitet den Geruch nach geröstetem Brote; bei 160° R. wird es rothbraun; bei 180° R. schmilzt es, bläht sich auf und wird endlich verkohlt. An der trockenen Luft ist es unveränderlich; es ist unlöslich in Alkohol und Schwefeläther, wenig löslich im Weingeist von 88 pCt. Alkoholgehalt; im kalten und heißen Wasser ist es leicht löslich; die Lösung gährt nicht mit Hefe; Salpetersäure verwandelt es in Oxalsäure, wodurch es sich vom Arabin unterscheidet, welches damit behandelt Schleimsäure liefert.

Wenn sich dieses Gummi gemeinschaftlich mit Dextrinzucker in der Auflösung findet, wie in den Bierwürzen und Branntweinmeischen, so wird es auch von einem großen Überschuße von Diastas nicht in Zucker verwandelt. Wenn man es aber von dem Zucker absondert, oder den Zucker in der Flüssigkeit vorher durch die geistige Gährung zersetzt und auf diese Weise entfernt, so wird es durch Fortwirkung des Diastas noch vollends in Zucker umgewandelt, was mittelst verdünnter Schwefelsäure ebenfalls schon nach kurzem Kochen erfolgt. Dieses Verhalten ist von besonderer Wichtigkeit für die Bierbrauerei und Branntweinbrennerei.

Das Dextringummi wird weder durch Gerbestoff noch durch basisch essigsaures Bleioxyd, Kalk- und Barytwasser gefällt. Knochenkohle, Thonerdehydrat, Chloride, Oxyde, Salze fällen es nicht. In mit Weingeist frisch gefälltem Zustande ist es stark

schleimig, ertheilt dieselbe Beschaffenheit den Flüssigkeiten, in welchen es gelöst ist, und ist vorzugsweise diejenige Substanz, welcher das Bier seine nährende Eigenschaft und schleimige Beschaffenheit verdankt, vermöge welcher es die Fähigkeit erlangt, das kohlensaure Gas fester zurückzuhalten und stehen bleibenden Schaum zu bilden. Wegen dieses Gummigehaltes wird gekochtes Bier zu Anstrichen und Malereien als Bindemittel der Farbmaterialien verwendet.

Stärke-Röstgummi bildet sich theilweise beim Darren des Malzes, wenn dazu eine zu hohe Temperatur angewendet wird, und findet sich daher als Bestandtheil des braunen Malzes. Diese Art Stärkegummi ist der Zuckerbildung durch Diastas nicht fähig, so wie auch nicht gährbar. Dadurch erklärt sich zum Theil der geringe Vergährungsgrad und die größere Nahrhaftigkeit der braunen, theilweise aus braun gedarrtem Malze erzeugten Biere.

Die nachstehende Formel drückt die Zusammensetzung des Dextringummi aus:

$$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}.$$

Demnach ist es mit dem wasserfreien Zucker und Stärkmehl isomer; sein Mischungsgewicht = 202.5, und es scheint aus der Stärkmehlsubstanz zu entstehen durch eine bloße Änderung in der Art der Gruppirung der Elemente, oder nach Meißner durch einen verschiedenen Wärmegehalt.

100 Gewichtstheile wasserfreie Stärkmehlsubstanz liefern demnach ein gleiches Gewicht Dextringummi, und 100 Gewichtstheile lufttrockenes Stärkmehl von Kartoffeln mit 18 pCt. Wassergehalt nach Abzug der Tegumente 80.8, von Getreide mit 12 pCt. Wassergehalt 86.7 Gewichtstheile dieses Gummi.

Hierbei muß jedoch bemerkt werden, daß die Analytiker Dextrin und Dextringummi für einerlei behandeln, was nicht richtig ist.

Der Dextrinzucker.

Der Dextrinzucker, Stärkmehlzucker, Amidonzucker ist, mittelst Schwefelsäure erzeugt, schon seit dem Jahre 1811 bekannt (Kirchhof); mittelst Diastas (Gerstenmalz) erzeugt wurde er aber erst neuerer Zeit rein dargestellt und untersucht.

Dieser Zucker findet sich in geringerer Menge schon fertig

gebildet in den Getreidesamen; in größerer Menge bildet er sich beim Keimen und Malzen der Getreide; in größter Menge wird er erzeugt bei dem sogenannten Meischprocesse, und findet sich daher vorzüglich in den Würzen der Bierbrauer und in den Meischen der Branntweinbrenner. Er bildet sich bei fortgesetzter Wirkung des Klebers und des Diastas auf das Stärkmehl, Dextrin oder Stärkmehlgummi neben diesem bei dem Meischprocesse, den man daher auch den Zuckerbildungsproceß nennt und bleibt mit den andern Bestandtheilen in der Flüssigkeit (Würze) gelöst, aus welcher sich beim Kochen das Eiweiß in Flocken scheidet und woraus man beim Eindampfen den Dextrinsirup (Malzstärkesirup) und beim Eintrocknen das Malzextract erhält.

Um aus diesem Sirup den Dextrinzucker zu bereiten, wird derselbe mit Weingeist von 90—95 pCt. Alkoholgehalt extrahirt, welcher den Zucker auflöst, das Gummi aber und die hefebildenden Bestandtheile zurückläßt. Beim Abdampfen der geistigen Lösung bleibt aus dieser der Zucker zurück, welchen man in wässeriger Lösung noch mit Knochenkohle entfärben kann. Dieser Zucker ist Krümelzucker, identisch mit dem Traubenzucker, und seine Eigenschaften wurden bereits in der allgemeinen Gährungschemie S. 99 angegeben, daher eine Wiederholung derselben hier überflüssig ist.

Im Wasser aufgelöst, mit einer hinreichenden Menge Hefe versetzt, wird er vollständig in Alkohol und Kohlensäure zerlegt.

Von Jodtinctur wird seine Auflösung nicht gefärbt.

Der Kleber.

Der Kleber, Gluten, rohes Pflanzenfibrin (Liebig) findet sich im Pflanzenreiche in den Samen der Getreidearten (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer), im Spelt, Mais und Reiß, in den Eicheln und Kastanien; im modificirten Zustande in allen grünen und saftigen Pflanzentheilen, Pflanzen- und Fruchtsäften im Safte der Obst- und Beerenfrüchte, in mehren Öl gebenden Samen.

Der Kleber wurde zuerst von Beccaria aus dem Weizen-

mehle durch Auskneten in einem Tuche mit Wasser, bis dasselbe nicht mehr milchig abfloß, dargestellt und als näherer Pflanzenbildungstheil beschrieben. Taddei zerlegte ihn mittelst Weingeist in zwei verschiedene Körper, wovon er den einen im Weingeist unlöslichen Zymom, den andern im Weingeist löslichen Gliadin nannte.

Berzelius zeigte, daß das Zymom sich wie verhärtetes Pflanzeneiweiß verhalte, daß das Gliadin aber nebst Pflanzenleim (Glutin) noch eine eigene, weiße, schleimige Substanz enthalte, welche Saussure näher untersucht und Mucin genannt hat.

Der aus dem Weizenmehle frisch bereitete Kleber ist ein Hydrat und enthält circa 37 pCt. Wasser; er ist graugelb, sehr zähe, klebrig, sich anhängend, elastisch, geschmack- und geruchlos, läßt sich in Fäden ziehen. Getrocknet ist er gelbgrau bis bräunlichgrau, durchscheinend, hart, spröde, von muschligem Bruch; er erweicht im kalten Wasser und wird wieder zu Hydrat.

Kaltes Wasser löst davon wenig auf, wird dadurch schäumend, und gibt nun mit Gallustinctur und mit mehren Metallsalzen Niederschläge. Im kochenden Wasser verliert er an Zähigkeit wird minder leimend und fester; bei der trockenen Destillation liefert er azothaltige Producte; er verbrennt mit Horngeruch. Salpetersäure und Schwefelsäure zersetzen denselben; Phosphorsäure, Essigsäure und Milchsäure lösen ihn ohne Zersetzung auf. In Ätzlauge ist er besonders in der Wärme leicht löslich. Unter Wasser längere Zeit belassen, schwillt er auf, verliert allmählig seinen Zusammenhang, entwickelt Gase und geht in Fäulniß über.

Der frische, feuchte Kleber fault bei mittlerer Temperatur leicht, schwillt auf, verbreitet einen sauren, fauligen Geruch, und nimmt bei einem gewissen Grade der Fäulniß eine besondere klebende Beschaffenheit an, daher er in diesem Zustande als Schusterpapp verwendet wird. Mit Wasser und (Kartoffel-) Stärkmehl auf 50 bis 60° R. Temperatur erhitzt, verwandelt er dieses bei längerer Digestion theilweise in Gummi und Zucker. Von diesem Verhalten des Klebers wird in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei Anwendung gemacht. Der Kleber enthält 3.7 pCt. eines gelben, fetten, flüssigen, leicht ranzig werdenden Öls. Nach dem Verbrennen hinterläßt er 1 pCt. Asche.

Vermöge seines Stickstoffgehaltes ist er in Vermengung mit Stärkmehl, wie er in Getreide, Mehl, Brot enthalten, der

nährendste Bestandtheil der Getreidearten; im halbgefaulten Zustande dient er als Schusterpapp; mit gebranntem Kalk angemacht, dient er als Kitt für Porzellan.

Der Kleber, das rohe Pflanzenfibrin, ist dem Gesagten zufolge kein einfacher Pflanzenbildungstheil; er wurde von Prout und Marcet analysirt und seine Zusammensetzung in folgender Art angegeben. Er enthält in 100 Gewichtstheilen:

C .	55.7,
H .	7.8,
N .	14.5,
O u. S	22.0.

Er enthält auch Schwefel in seiner Mischung, welcher in dem Sauerstoffgehalte desselben mit inbegriffen ist.

Alle drei Bestandtheile des rohen Klebers haben eine gleiche Zusammensetzung; es sind Proteingebilde.

Protein nennt Mulder denjenigen Körper, welchen man erhält, wenn man Kleber (Pflanzenfibrin) oder dessen Bestandtheile in kochender Ätzkalilauge löst und daraus mit Essigsäure präcipitirt. Es hat, aus allen diesen Stoffen dargestellt, eine gleiche Zusammensetzung

$$= C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}$$

und besteht in 100 Gewichtstheilen nach der Rechnung, die das Mittel der Erfahrung gibt, aus

$$C = 55.29,$$
$$H = 7.00,$$
$$N = 16.01,$$
$$O = 21.70.$$

Es frägt sich nun: welcher von den drei Bestandtheilen des rohen Klebers die Eigenschaft besitzt, bei dem bemerkten Verfahren das Stärkmehl in Dextringummi und in Dextrinzucker zu verwandeln?

Um dieß zu erfahren, setzte Saussure sowohl den rohen Kleber als auch seine drei Bestandtheile im isolirten Zustande mit der doppelten Menge Stärkmehl und der entsprechenden Menge Wasser 10 Stunden lang auf einem Wasserbade in eine Temperatur von 40 bis 60° R. mit einander in Wechselwirkung.

100 Gewichtstheile Stärkmehl in dem Gemenge mit

	Fibrin,	Glutin,	Mucin,	Kleber gaben:
Dextringummi . .	2.	6.	15.	16.5.
Dextrinzucker . .	1/400.	1.75.	22.	14.5.

Wenn man nun die Schwierigkeit erwägt, diese drei Be-

standtheile des Klebers vollkommen zu trennen und rein darzustellen, so kann man aus den obigen Resultaten den Schluß ziehen, daß das Mucin jener Bestandtheil des Klebers ist, welcher bei dem genannten Verfahren das Stärkmehl in Gummi und Zucker umwandelt und daß den übrigen Bestandtheilen desselben diese Eigenschaft abgeht.

Der Pflanzenleim.

Der Pflanzenleim, Glutin oder das Gliadin Taddei's findet sich vorzüglich in den Samen der Getreidearten und in dem daraus abgeschiedenen Kleber, und wurde zuerst von Berzelius aus demselben und aus dem Gliadin Taddei's im reinen Zustande dargestellt.

Frischer Weizenkleber wird wiederholt mit Weingeist ausgekocht, so lange dieser noch etwas daraus auflöst und sich beim Erkalten trübt. Die geistige Lösung wird mit Wasser vermischt und der Alkohol davon abdestillirt. Aus der in der Retorte zurückbleibenden wässerigen Flüssigkeit scheidet sich das Glutin als ein zusammenhängender, klebriger Stoff ab, der noch etwas Mucin zurückhält, während der größere Theil des Mucins in der wässerigen Flüssigkeit gelöst bleibt.

Das Glutin, der Pflanzenleim, ist graugelb, zusammenhängend, klebrig, höchst elastisch, ohne Geschmack, aber von eigenem, schwachem Geruch; es trocknet an der Luft zu einer gelben, glänzenden, durchsichtigen Masse ein. Im Weingeist ist es mit blaßgelber Farbe löslich und bildet damit eine Art Firniß. Im siedenden schwachen Weingeist gelöst, fällt es sich beim Erkalten der Lösung mit Beibehaltung seiner Klebrigkeit.

In Essigsäure und Phosphorsäure ist es auflöslich und wird aus dieser Lösung durch Alkalien mit Beibehaltung seiner Klebrigkeit wieder gefällt. Alkalien lösen es zu einer ganz neutralen Verbindung auf. Mit Mineralsäuren gibt es klebrige, im Wasser lösliche, in Säuren unlösliche Verbindungen. Aus seiner Lösung in Essigsäure wird es nicht durch Eisenvitriol, wohl aber durch eisenblausaures Kali gefällt, als eine zarte, weiße, halb durchscheinende Masse, die sich an die Innenseite des Glases anlegt. Ebenso wird das Glutin aus seinen sauren und alkalischen Lösungen durch Mercursublimat und Gallustinctur

(Gerbestoff) gefällt und in beiden Flüssigkeiten ganz so wie thierischer Leim gegerbt. Im Wasser ist es fast unlöslich und besitzt feucht die äußern Kennzeichen des rohen Klebers in hohem Grade. Derselbe enthält nach Saussure etwa 20 pCt. davon.

Jones und Boussingault haben den Pflanzenleim untersucht; er besteht in 100 Gewichtstheilen aus:

nach	Jones:	Boussingault:
C .	55.22.	53.25.
H .	7.42.	7.00.
N .	15.98.	16.40.
O und S	21.38.	23.35.

Heldt hat den im Weingeist löslichen Bestandtheil des Roggenmehls (Pflanzenleim) untersucht und fand ihn zusammengesetzt aus:

C .	56.27,
H .	7.97,
N .	15.83,
O und S	19.93.

Der Roggen enthält vorzüglich viel davon. Das Glutin ist in den Würzen der Bierbrauer ꝛc. nur insofern enthalten, als es durch Säuren (Phosphorsäure) darin zur Auflösung gelangt.

Das Mucin.

Das Mucin findet sich in den Samen der Getreidearten und in dem daraus abgeschiedenen Kleber; in diesem wurde es von Berzelius entdeckt, von Saussure aber näher untersucht und benannt.

Nach Saussure erhält man das Mucin beim Abdampfen jener wässerigen Flüssigkeit, aus welcher sich das Glutin nach der Destillation abgeschieden hat. Es hält noch etwas Glutin zurück.

Nach Berzelius wird das weingeistige Extract des rohen Weizenklebers (Gliadin), welches aus Glutin und Mucin besteht, mit concentrirter Essigsäure geweicht und die Masse nach vollständiger Durchdringung mit kaltem, schwachem Weingeist vermischt, welcher den essigsauren Pflanzenleim aufnimmt, worauf das ungelöst bleibende Mucin mit kaltem Weingeist gewaschen werden kann.

Das Mucin trocknet zu einem durchsichtigen, farblosen Körper ein, welcher bei der trockenen Destillation Ammoniak liefert. Im Weingeist schwillt es auf und wird schleimig; beim Sieden löst es sich darin, setzt sich aber beim Erkalten daraus wieder ab. Im Wasser ist es löslich; 100 Gewichtstheile Wasser lösen 4 Gewichtstheile Mucin auf. Die klare, heiße Lösung trübt sich beim Erkalten, indem sich etwas Glutin abscheidet. Im Getreide (Weizen, Gerste) scheint mehr Mucin enthalten zu sein; denn da es im Wasser löslich ist, so bleibt bei dem Auskneten des Mehls mit Wasser zur Ausscheidung des Klebers offenbar etwas davon im Wasser gelöst, worauf bisher bei den Analysen der Getreidesamen keine Rücksicht genommen wurde.

Die wässerige Lösung des Mucins verhält sich neutral gegen Pflanzenfarben. Wenn sie nur 2 pCt. Mucin enthält, wird sie durch Eisenvitriollösung und Galläpfelaufguß stark getrübt; desgleichen von Weingeist, kohlensaurem Alkali und oxalsaurem Ammoniak; nicht merklich von Ammoniak, Kalkwasser, Barytwasser, neutralem und basisch essigsaurem Bleioxyd, Mercursublimat und eisenblausaurem Kali. Das Mucin ist unlöslich im Äther. Seine wässerige Auflösung fault bald und reagirt dann alkalisch. Im trockenen Zustande ist es an der Luft unveränderlich. Unter Mitwirkung von Wasser und Wärme (50—60° R.) verwandelt es das Stärkmehl in Gummi und Zucker. Es fragt sich hierbei: ob bei der Darstellung desselben beim Kochen des Klebers mit Weingeist dessen zuckerbildende Kraft nicht geschwächt wird? Durch das Keimen der Getreidesamen wird aber dessen zuckerbildende Kraft sehr gesteigert, es wird in Diastas umgewandelt. Eine Analyse desselben besitzen wir noch nicht. Wahrscheinlich ist es auch ein Proteinkörper. Der trockene Kleber enthält etwa 4 pCt. seines Gewichtes Mucin. Wegen seiner Löslichkeit im Wasser findet es sich sowohl in den Würzen der Bierbrauer als in den Meischen der Branntweinbrenner gelöst, und wird bei dem Gährprocesse zur Bildung der neuen Hefe verwendet.

Das Albumin.

Das Albumin, Eiweiß, Pflanzen-Albumin (Liebig), Pflanzen-Eiweiß, Samenweiß findet sich im Pflanzenreiche in den

Säften der Knollen, Wurzeln, Stengel, Blätter und Früchte, in den Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte, in den Mandeln, Hanf, Rübsamen 2c.

Um es darzustellen, erhitzt man die Pflanzensäfte zum Kochen, wobei das Pflanzen-Albumin gerinnt und sich in Flocken ausscheidet. Nachdem man das Gerinnsel mit Weingeist und Äther extrahirt hat, bleibt das Pflanzen-Albumin im coagulirten Zustande rein zurück. Aus dem Safte der Kartoffeln, der Runkelrüben, aus den Malz- und Getreidewürzen, aus dem Waschwasser von der Bereitung des Weizenklebers läßt es sich so darstellen. Durch Digestion mit etwas sehr verdünnter Schwefelsäure und nachheriges Aussüßen wird das phosphorsaure Bittererden-Ammoniak daraus hinweggenommen.

Das Pflanzen-Albumin ist nur in dem durch Hitze coagulirten Zustande isolirt bekannt; es hat aber gleiche Eigenschaften mit dem Thier-Albumin, wie dieses ziemlich rein in den Eiern der Vögel vorkommt. Man stellt es daraus dar, indem man es bei einer Temperatur von 50° C., wobei es noch nicht gerinnt, vorsichtig abdünstet. Es enthält noch Zellenhäute und Salze, von denen es sich befreien läßt.

Das Albumin ist getrocknet gelblichweiß, geruch- und geschmacklos, glänzend, durchscheinend, spröde, hat einen muschligen Bruch und eine specifische Schwere = 1.344. Im kalten Wasser schwillt es zu einer mehr oder weniger schleimigen, klebrigen Substanz auf, die sich in mehr Wasser zu einer geruch- und geschmacklosen Flüssigkeit auflöst, welche beim Schlagen und Rühren stark schäumt. Bei der Erhitzung des aufgelösten Albumins über 60° R. und bis zum Siedepuncte scheidet es sich aus der Lösung in milchweißen Flocken als ein elastisches Gerinnsel — geronnenes oder coagulirtes Albumin —, und dadurch im Wasser unlöslich geworden, aus. Das so coagulirte Albumin trocknet zu einer gelblichen, spröden, hornartig durchscheinenden Masse ein, welche im kochenden Wasser bloß aufquillt, ohne sich darin aufzulösen. In diesem coagulirten Zustande befindet sich das Eiweiß in den hartgekochten Eiern. In sehr verdünnten Auflösungen bleibt das Albumin beim Sieden gelöst; es scheidet sich aber beim Abdampfen der Flüssigkeit ab. Mineralsäuren, mit Ausnahme der Phosphorsäure, fällen das Albumin aus seiner wässerigen Lösung. Essigsäure hindert die Gerinnung des Albumins in der Wärme und löst coagulirtes

Eiweiß zu einer durchsichtigen Gallerte auf. Concentrirte Mineralsäuren zersetzen das Albumin; von Salzsäure wird es mit blauer Farbe, von Alkalien das frische und coagulirte Albumin aufgelöst, wobei sich unter Anwendung von Wärme Ammoniak und beim Zusatz von Säuren Schwefelwasserstoffgas entwickelt. Kalk erhärtet damit, daher dessen Anwendung zu Kitten. Weingeist, Äther und Terpentinöl coaguliren und präcipitiren es. Viele Metallsalze schlagen das Albumin aus der Lösung nieder, wie Bleizucker, Mercursublimat 2c. Galläpfelaufguß (Gerbestoff) und Creosot fällen es in weißen Flocken. Frisches Albumin fault sehr leicht und entwickelt dabei Schwefelwasserstoffgas, geronnenes kaum; daher die antiseptische Wirkung der Mineralsäuren und vieler Salze, welche das Eiweiß zum Gerinnen bringen. In der Hitze bläht es sich auf, verbrennt mit Flamme und sehr üblem Geruch, und liefert bei der trockenen Destillation stickstoffhaltige Producte. Die Asche desselben enthält einige Salze. Eine für den Zymotechniker wichtige Haupteigenschaft des Pflanzen-Albumins ist seine Gerinnbarkeit beim Erhitzen und Kochen jener Flüssigkeiten, worin es gelöst ist, dann seine Fähigkeit, bei der Gährung solcher Flüssigkeiten in die Mischung der neu gebildeten Hefe einzugehen.

Pflanzen-Albumin aus Roggen wurde von Jones, aus Weizen von Jones und Adriani analysirt. Hiernach enthält es nach

	Jones aus Roggen:	Jones aus Weizen:	Adriani aus Weizen:
C .	54.74.	55.01.	54.78.
H .	7.77.	7.23.	7.34.
N .	15.85.	15.92	16.01.
O und S	21.64.	21.80.	21.87.

Das Eiweiß dient wegen seiner Gerinnbarkeit in der Hitze als Klärmittel, in der Kochkunst zu Schaum, sonst zu Kitten, zum Glänzen.

Pflanzen-Casein.

Das Pflanzen-Casein, von Braconnot Legumin genannt, weil es einen wesentlichen Bestandtheil der Hülsenfrüchte (Leguminosae) ausmacht, kommt in der Gährungschemie weniger in

Betracht, da diese Früchte in der Regel weder zur Branntweinbrennerei noch zur Bierbrauerei Verwendung finden. Dieser eigenthümliche, Stickstoff und Schwefel enthaltende Körper, der sich von den Proteinverbindungen des Klebers der Getreidearten mehr in den Eigenschaften, wornach er dem Thier-Casein ähnlich ist, als in seiner chemischen Zusammensetzung unterscheidet, enthält nämlich nach Rochleder

	aus Bohnen:	aus Erbsen:
C .	52.99.	54.49.
H .	6.99.	7.40.
N .	14.81.	14.78.
O und S	25.21.	23.33.

Von einer nähern Betrachtung desselben wird aus dem oben genannten Grunde hier Umgang genommen. Alle Kalksalze bringen mit einer Lösung von Pflanzen-Casein gekocht, eine unlösliche Verbindung von Casein mit Kalk hervor, woraus sich das Hartkochen der Hülsenfrüchte in hartem (Kalksalze enthaltendem) Wasser erklärt.

Das Pflanzenfibrin.

Das Pflanzenfibrin (Taddei's Zymom) bildet einen Hauptbestandtheil des Klebers (rohen Pflanzenfibrins) und wurde von Berzelius verhärtetes Pflanzeneiweiß genannt; es unterscheidet sich aber von diesem durch seine Unlöslichkeit im Wasser. Es findet sich vorzüglich in dem Kleber der Getreidearten, in reichlichster Menge in dem des Weizens. Um es im reinen Zustande darzustellen, wird Weizenkleber durch Kochen mit Weingeist, welcher den Pflanzenleim und das Mucin auflöst, dann mit Äther extrahirt, welcher das fette Öl aufnimmt. Es enthält nun noch phosphorsaures Bittererden-Ammoniak.

Das reine Pflanzenfibrin hat in seinen Eigenschaften und in seinem Verhalten die meiste Ähnlichkeit mit dem rohen Kleber oder rohen Pflanzenfibrin, worin sich etwa 75 pCt. davon finden. Beim Kochen mit Wasser schrumpft es zusammen (ähnlich wie Pflanzen-Albumin) und schwillt dann im Wasser nicht mehr auf; es ist auch in diesem coagulirten Zustande im ätzenden Ammoniak nicht mehr löslich. Überhaupt verhält es sich gleich dem rohen Kleber.

Scherer, Jones und Dumas haben Analysen dieses Pflanzenkörpers geliefert. Nach ihnen enthält dasselbe in 100 Gewichtssheilen:

	Scherer.		Jones.	Dumas. Aus Mehl.
C =	7.643	und	5.58.	C = 7.5.
C .	54.095.		53.83.	53.23.
H .	7.308.		7.02.	7.01.
N .	15.659.		15.58.	16.41.
O und S	22.938.		23.56.	23.35.

Löst man Weizen- oder Roggenmehl in einem lauwarm bereiteten, klar filtrirten Malzinfusum auf, indem man es darin steigend bis 60° R. erhitzt, so bleibt das Fibrin mit den Stärkmehltegumenten in gelblichweißen Flocken ungelöst und kann das Gemenge beider durch Filtriren und Aussüßen gereinigt werden. Das Fibrin löst sich demnach in den Würzen der Bierbrauer und Branntweinbrenner nicht oder nur sehr wenig auf, und bildet, gemengt mit den Stärkmehltegumenten, den Oberteig auf den Trebern in den Meischbottichen. Daraus geht auch hervor, daß sich in der Meische keineswegs der ganze Klebergehalt des Getreides auflöse, und es wird dadurch um so vollständiger der Ausspruch Liebig's von dem großen Klebergehalte der Bierwürzen widerlegt.

Weizenmehl gab, auf diese Weise behandelt, 13 pCt. Fibrin und Stärkmehltegumente, Roggenmehl 17 pCt., beide im lufttrockenen Zustande bestimmt. Im frischen Zustande sind beide gelblichweiß und zeigen weit weniger Klebrigkeit als der mit kaltem Wasser aus dem Mehl durch Auskneten gewonnene rohe Kleber und weit weniger Zusammenhang als dieser. Beim Trocknen schrumpft das Fibrin sehr zusammen und färbt sich gelbaraun.

Den Oberteig der Bierbrauer hat man ganz neuerlich als Zusatz zum Brotteig empfohlen, um mit seiner Hilfe ein wohlfeileres und nahrhaftes Brot für die ärmere Volksclasse zu erzeugen. Er besteht, wie eben gesagt worden, aus dem Stärkmehltegumenten und dem Pflanzenfibrin, welche als stickstoffhaltige Körper, wenn sie überhaupt verdaut werden, allerdings nährend und kräftigend wirken könnten. Allein es ist dabei Mehres zu bedenken.

Die Stärkmehltegumente bestehen größtentheils aus coagu-

lirtem Albumin, welches erfahrungsmäßig assimilirbar ist, von dem Pflanzenfibrin weiß man dieß mit Bestimmtheit nicht. In dem Mehl und daraus erzeugtem Brote ist Überschuß an Kleber und es wird beim Genuße desselben nicht der ganze Klebergehalt verdaut; ein Theil desselben geht in die Excremente über. Es ist anzunehmen, daß dieß der weniger leicht lösliche Theil des Klebers — das Pflanzenfibrin — sei. Wenn man nun unter diesen Umständen dem Mehlteig und Brot noch mehr von solchen Substanzen zusetzt, so hat man allerdings Ursache zu zweifeln, daß sie wirklich assimilirt werden würden; sie füllen dann wohl den Magen, allein sie erhöhen die Nahrhaftigkeit des Brotes nicht. Der auf den Trebern liegende Oberteig ist das Excrement des Meischprocesses, und so wie er in der Phosphorsäure, die in der Würze enthalten, nicht löslich ist, dürfte er auch der Auflösung bei dem Verdauungsprocesse widerstehen. Ob dieß durch einen Zusatz stickstofffreier Nahrungsmittel (Kartoffelstärkmehl) ermöglicht würde, um dadurch ein gewisses Mengenverhältniß zwischen den stickstofffreien und stickstoffhaltigen herzustellen, was dazu vielleicht erforderlich ist, wollen wir nur angedeutet haben.

Ueber die Stickstoff und Schwefel enthaltenden Bestandtheile der Getreidesamen.

Diese Bestandtheile, welche wir so eben kennen gelernt haben, werden in höherer Temperatur sämmtlich in ähnlicher Art zersetzt; sie entwickeln übelriechende schwefelhaltige und ammoniakalische flüchtige Producte und sind ohne nachtheilige Wirkung auf den thierischen Organismus.

Das Pflanzen-Albumin (Eiweiß), Pflanzen-Casein (Legumin) und das Pflanzenfibrin (Zymom) besitzen die gemeinschaftliche Eigenschaft, sich in mäßig starker Salzsäure mit indigo- oder violettblauer Farbe zu lösen; sie werden von kochender Kalilauge leicht aufgelöst und geben damit einerlei Zersetzungsproducte. Mit Essigsäure vorsichtig neutralisirt, entwickelt sich daraus der Schwefel in Form von Schwefelwasserstoffgas, und es entsteht ein gallertartiger Niederschlag, welcher, aus allen drei Pflanzenstoffen erzeugt, eine gleiche Zusammensetzung besitzt. Diesen Körper hat Mulder zuerst dargestellt und Protein ge-

nannt. Nach ihm heißen alle Verbindungen, aus welchen er darstellbar ist, Proteinverbindungen.

Sie sind nach Liebig nur der Form nach von den Bestandtheilen des Blutes verschieden, in ihrem chemischen Verhalten dagegen damit identisch, so daß sie beim Genuße in den Nahrungsmitteln beinahe unmittelbar in die Mischung des Blutes übergehen können.

Bei dem Meischprocesse in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei lösen sich diese Proteinverbindungen theils unmittelbar (Mucin, Albumin), theils mittelbar — bedingt durch den Phosphorsäuregehalt der Meischen (Glukin) — in denselben auf und dienen dann bei dem Gährprocesse zur Bildung der neuen Hefe.

Mulder hat den Pflanzenleim einer wiederholten Untersuchung unterworfen und denselben, wie folgt, zusammengesetzt befunden, wobei das Atomengewicht des Kohlenstoffs = 7.643 angenommen ist.

	Gefunden.		Atome.	Berechnet.
C	54.93	54.75	200	54.89
H	7.11	6.99	310	6.94
N	15.71	15.71	50	15.90
O	21.68	21.93	60	21.55
S	0.57	0.62	1	0.72
	100.00	100.00	621	100.00.

Er enthält keinen Phosphor, ist im Weingeist löslich und wird durch Wasser daraus niedergeschlagen. Hiernach bestünde der Pflanzenleim aus 5 Atomen Protein (C_{40} H_{62} N_{10} O_{12}) mit 1 Atom Schwefel, und wir hätten folgende Proteinverbindungen mit Schwefel und mit Phosphor:

Casein	10	Protein	+ S
Pflanzenleim	10	„	+ 2 S
Pflanzenfibrin	10	„	+ S + P
Albumin (aus Hühnereiern)	10	„	+ S + P.

(Berzelius Jahresbericht, 25. Jahrg., S. 557.)

Dagegen hat Laskowsky die Proteinkörper ebenfalls einer Untersuchung unterzogen, und gelangt in Folge dessen über das Protein Mulder's zu folgenden Schlüssen:

1) Daß die von Mulder für die eiweißartigen Körper aufgestellten Formeln, als empirisch betrachtet, keineswegs an-

nehmbar seien, da sie mit den Ergebnissen der Analyse nicht übereinstimmen;

2) daß das von Mulder dargestellte Protein schwefelhaltig, somit etwas Anderes als der von ihm unter diesem Namen beschriebene Körper sei, und letzterer nach Laskowsky's Erfahrungen gar nicht existire;

3) es sei deßhalb kein Grund vorhanden, das Protein als hypothetischen Grundstoff anzunehmen, und es wäre

4) etwas rein Willkürliches, die von Mulder angenommene Constitution der eiweißartigen Körper beizubehalten.

Auf die Erklärung der zymotechnischen Processe hat diese Verschiedenheit in den erhaltenen Untersuchungsresultaten keinen wesentlichen Einfluß; es mußte aber die Rechtfertigung Mulder's, überhaupt nun die Schlichtung dieser Streitfrage abgewartet werden, um sie in's Klare zu bringen. Dieß ist nun von Mulder in der Schrift (Liebig's Frage) bereits geschehen und die Proteintheorie aufrecht erhalten worden. Liebig's Annalen, Bd. 58., S. 165, 1846.)

Rüling, Walther und Verdeil haben (Liebig's Annalen, Bd. 58., S. 301 u. s. w.) den Schwefelgehalt in den Schwefel- und Stickstoff enthaltenden Bestandtheilen des Pflanzen- und Thierorganismus einer neuerlichen Bestimmung unterzogen, und sind dabei zu Resultaten gelangt, aus welchen hervorgeht, daß derselbe in den untersuchten Verbindungen viel größer gefunden wurde, als man bisher angegeben hatte. Es ist demnach für die Beantwortung der Frage: ob der Gehalt an Schwefel in diesen Substanzen constant und demnach zu ihrer Ausbildung nothwendig ist? ein Schritt vorwärts gemacht worden, weil aber die Resultate nicht genügend überstimmen, vorderhand in ersterer Beziehung noch als unvollständig entschieden zu betrachten. So viel geht daraus wiederholt hervor, daß alle Proteingebilde, mithin auch die den Zymotechniker interessirenden, mehr oder weniger Schwefel enthalten. Die Bestimmung ihres etwaigen Phosphorgehaltes erwartet noch eine Revision, so wie auch die Bestimmung des Schwefelgehaltes der Hefe bei den obigen Arbeiten übergangen wurde.

Das Diastas.

Als durch den Keimproceß veränderter Kleber ist diese Substanz schon lange vermuthet und wurde bisher in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei angewendet, ohne den Stoff im gekeimten Getreide — Malze — zu kennen, welcher die so merkwürdige Eigenschaft besitzt, das Stärkmehl in Dextrin, Dextringummi und Dextrinzucker umzubilden, oder ihn daraus abzuscheiden. Kirchhof machte darauf (1812) mehr aufmerksam; in neuerer Zeit wurde dieser Stoff von Payen und Persoz aus der gekeimten Gerste abgeschieden, untersucht und Diastas benannt.

Das Diastas findet sich in den gekeimten Getreidesamen und in den Würzelchen derselben, insofern Versuche gezeigt haben, daß auch die Wurzelkeime die Fähigkeit besitzen Stärkmehl in Gummi und Zucker umzuwandeln, aber nicht in den Blattkeimen. Die gekeimte Gerste enthält um so mehr Diastas, je gleichartiger die Körner gekeimt und die Wurzelkeime sich zu einer gleichen bis doppelten Länge des Korns entwickelt haben. Um es abzuscheiden, zerquetscht man frisch gekeimte Gerste, befeuchtet sie ungefähr mit der Hälfte ihres Gewichtes Wasser und preßt dieses Gemenge stark aus, was man allenfalls wiederholt. Die abgepreßte Flüssigkeit enthält Diastas, Albumin, Mucin (?), Zucker und Gummi. Sie wird mit so viel Weingeist versetzt, als nothwendig ist, ihre schleimige Beschaffenheit zu zerstören und den größten Theil des Albumin, Gummi und Mucin (?) niederzuschlagen, welche man durch Filtration scheidet. Versetzt man nun das Filtrat mit mehr Weingeist, so wird dadurch das noch aufgelöst gewesene Diastas im unreinen Zustande gefällt. Man reinigt es durch dreimal wiederholte Auflösung dieses Niederschlags im Wasser und gebrochene Fällung mit Weingeist. Zum letzten Male sammelt man das Präcipitat auf einem Filter, nimmt es noch feucht davon ab und trocknet es durch Ausbreiten auf einer Glasplatte in dünnen Schichten in einem Strome 45—50° C. warmer Luft. Man zerreibt es hierauf zu Pulver und verwahrt es in einer gut verschlossenen Flasche. In trockener Luft läßt es sich sehr lange aufbewahren.

Zu technischen Zwecken wendet man nicht reines Diastas an, da dessen Darstellung zu umständlich und kostspielig wäre. Hierzu genügt ein bei 40° R. Temperatur bereitetes wässeriges

Malzextrat, oder gewöhnlicher das Gerstenmalz selbst in seinen verschiedenen Zuständen als frisches (grünes), lufttrockenes und gedarrtes Malz.

Das Diastas aus andern gekeimten Getreidearten und Hülsenfrüchten ist bis jetzt noch gar nicht dargestellt und untersucht worden; auch scheint das aus Gerstenmalz bereitete noch kein ganz reines Product zu sein. — Ich habe einige Versuche mit gekeimtem Weizen, Roggen, Hafer, und Erbsen gemacht, um deren Wirkung auf Kartoffel-Stärkmehl zu erforschen, und dabei gefunden, daß sie eine viel schwächere und unvollkommenere zuckerbildende Wirkung auf dasselbe als Gerstenmalz besitzen, daß das Weizenmalz dem Gerstenmalz am nächsten steht und daß besonders das Hafermalz eine gute Vergährung zu bewirken scheint.

Das Diastas ist ein weißer, im Wasser löslicher, im Weingeist unlöslicher Körper, welcher unter den erforderlichen Bedingungen eine sehr merkwürdige Wirkung auf das Stärkmehl ausübt, es nämlich in Gummi und Zucker verwandelt. Unter Mitwirkung von Wasser und einer Temperatur von 52—60° R. vermag es nämlich sein 2000faches Gewicht Stärkmehl

1) aufzulösen und aus dem kleistrigen in den dünnflüssigen Zustand zu versetzen, in Dextrin, und

2) durch Fortwirkung des Diastas auf dasselbe es in Dextringummi und in Dextrinzucker zu verwandeln.

Bei der Erhitzung über 60° R. büßt das Diastas seine eigenthümliche zuckerbildende Wirkung auf das Stärkmehl zunehmend und beim Sieden sehr schnell ein.

Der rohe Weizenkleber wirkt ähnlich wegen seines Gehaltes an Mucin, nur nicht so kräftig.

Das Diastas ist neutral ohne ausgezeichneten Geschmack; es wird von Bleiessig nicht gefällt; die wässerige Lösung, sich selbst überlassen, entmischt sich binnen kurzer Zeit und wird sauer, wodurch es seine zuckerbildende Wirkung ebenfalls verliert.

Die genannte Umbildung des Stärkmehls erfolgt um so schneller und vollständiger, je mehr Diastas (Gerstenmalz) man anwendet; aber selbst durch die größte Menge desselben wird immer nur ein begrenztes Verhältniß von Gummi und Zucker erzeugt. Die Zuckerbildung erfolgt um so vollkommener und das erzeugte Product wird um so süßer, je mehr Wasser man

dabei anwendet; aber für technische Zwecke hat dieß gewisse Grenzen. — Wendet man zu wenig Diastas an, oder läßt man dessen Wirkung nur kurze Zeit andauern, so bleibt ein Antheil unverändertes Dextrin in der Flüssigkeit. Durch die Reaction mit Jodtinctur lassen sich die fortschreitenden Stadien der Umwandlung des Stärkmehls sehr leicht verfolgen; ist alles Stärkmehl und Dextrin in Dextringummi und in Dextrinzucker umgewandelt, so darf Jodtinctur in der Flüssigkeit keinerlei Färbung mehr hervorbringen.

Wenig Säure so wie neutrale Salze hindern die Wirkung des Diastas nicht; Alkalien hindern sie; sie erfolgt aber sogleich wie das Alkali neutralisirt wird. Gerbestoff hebt dessen Wirkung gänzlich auf. Knochenkohle wirkt nicht auf dasselbe. Albumin und Kleber erleiden dadurch keine Veränderung. Gewisse harte Wässer schaden daher unmittelbar der Zuckerbildung beim Meischprocesse nicht, sondern die darin gelösten Salze wirken erst nachtheilig bei der Gährung, indem sie die Hefe so wie die gelösten Stoffe cohärenter und dadurch weniger leicht zersetzbar machen. Wenn jedoch das harte Wasser doppelt kohlensaure Salze — Kalk — enthält, so wird dadurch die in der Meische enthaltene freie Phosphorsäure mehr oder weniger neutralisirt, und dieß scheint einen wesentlichen Einfluß auf die Auflösung des Klebers, auf die Bildung der Hefe und auf die Vergährungsfähigkeit der Flüssigkeit zu üben. — Das Diastas bleibt zwar nach seiner Wirkung auf das Stärkmehl selbst beim Kochen der süßen Flüssigkeit gelöst, allein es wurde dadurch in seinen Eigenschaften modificirt. Wenn es einmal auf Stärkmehl zuckerbildend eingewirkt hatte büßt es seine zuckerbildende Kraft größtentheils ein — daher man das Stärkmehl zur Zuckerbildung auf einmal und nicht in getheilten Portionen anwenden muß — und beim Kochen der Flüssigkeit wird dessen zuckerbildende Kraft gänzlich vernichtet. Bei der Gährung solcher Flüssigkeiten wird es zur Bildung der neuen Hefe verwendet und in dieser Form zum Theil aus denselben ausgeschieden. Es enthält Stickstoff und liefert bei der trockenen Destillation Ammoniak. Nach Liebig ist das Diastas nichts anderes als Kleber in einem gewissen Stadium der Umsetzung seiner Bestandtheile, vermöge welches Zustandes es das Stärkmehl zur Umsetzung in Gummi und Zucker disponirt.

Das zum Bierbrauen erzeugte Gerstenmalz enthält etwa

$^1/_{500}$ seines Gewichtes Diastas, oder so viel hat Payen daraus erhalten.

Um die Reaction mit Jodtinctur vorzunehmen, verfährt man am besten auf folgende Art:

In etwa $^1/_2$ Loth Wasser bringt man einen Tropfen Jodtinctur, wodurch es gelblich wird; in diese wässerige Jodtinctur tröpfelt man etwas von der heißen klaren Stärkeauflösung (Malzwürze u. dgl.). Anfangs färbt sich dabei das Jodwasser blau, später violett, weinroth; endlich hört jede Färbung auf, und dieß ist der Zeitpunkt, wo die Auflösung des Stärkmehls zu Dextrin und dessen Umwandlung in Dextringummi und Dextrinzucker erfolgt ist. In die heiße Stärkeauflösung darf man die Jodtinctur nicht bringen, weil die Wärme und die größere Menge derselben die färbende Reaction des Jod vernichtet.

Der Pflanzenfaserstoff.

Der Zymotechniker hat es mit der Pflanzenfaser weniger zu thun; sie ist in allen Mitteln unauflöslich. Die Getreidehülsen enthalten als Hauptbestandtheil solchen Faserstoff, welcher stets ungelöst in den Trebern zurückbleibt. In den zur geistigen Gährung gebrachten Bierwürzen ist er daher nicht enthalten. Die Kartoffeln enthalten ebenfalls Pflanzenfaser. Ob die Pflanzenfaser, wie Liebig glaubt, einen Antheil hat an der Bildung des Fuselöls in den Branntweinmeischen, ist bis jetzt nicht ausgemacht. Merkwürdig ist, daß die bei der Gährung des gemeinen Zuckers zersetzte Hefe sich wie Pflanzenfaser verhält. Sie besteht in 100 Gewichtstheilen aus:

	von Buchenholz,	Eichenholz,	Weidenholz,
C . .	51.45	52.53	49.8.
H . .	5.82	5.69	50.2.
O . .	42.73	41.78	

Sie enthält, wie angegeben wird, Kohlenstoff und die Elemente des Wassers in dem Verhältnisse, in welchem sie Wasser bilden, womit aber die vorstehenden Analysen nicht übereinstimmen. Die Formeln ihrer Zusammensetzung werden verschieden angegeben:

$= C_{12}\ H_{16}\ O_8$ für Weidenholzfaser

und $= C_{36}\ H_{44}\ O_{22}$ „ Eichenholzfaser.

Ihre specifische Schwere $= 1.45 - 1.53$.

sollte vielmehr heißen: stärkmehlhaltiger Faserstoff, und findet sich in den Kartoffeln zu $^1/_5$ ihrer trockenen Substanz, ferner in den Mohrrüben, Wasserrüben u. s. w.

Um ihn aus den Kartoffeln abzuscheiden, schreibt man gewöhnlich vor, sie zu feinem Brei zu zerreiben, Saft und Stärkmehl daraus durch Auswaschen mit Wasser abzusondern und den Rückstand zu trocknen.

Im feuchten Zustande bildet diese Masse halb durchsichtige, zähe Fäden, die zu einer weißgrauen, sehr harten und brüchigen Substanz eintrocknen und gemahlen ein weißes Mehl geben. Feucht wird sie bald sauer. Wenn man die frischen Fasern zusammenknetet und im Backofen backt, so bildet sich im Innern der Masse Kleister, weil sie noch Stärkmehl enthält. Wenn man diese mäßig abgepreßte Fasermasse in einem reinen Thongeschirre bei einer Temperatur von 24 bis 30° R. sich selbst überläßt, so entsteht in derselben ein eigenthümlicher Entmischungsproceß (Zerrottung); sie wird schmierig, enthält nun Buttersäure (Scharling) und es läßt sich hierauf aus derselben noch eine Portion Stärkmehl auswaschen.

Diese Fasermasse ist nichts anderes, als ein etwas schwieriger und auf dem befolgten mechanischen Wege nicht trennbares Gemenge von Pflanzenfaser und Stärkmehl. Durch's Feinreiben kann man noch einen bedeutenden Antheil Stärkmehl davon abschlemmen. Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure werden aus demselben daher noch Gummi und Zucker gebildet. Dieser Umstand erklärt zugleich, wie es kommt, daß man bei dem im Großen befolgten mechanischen Verfahren aus den Kartoffeln immer nur eine bedeutend geringere Menge Stärkmehl gewinnt, als darin enthalten ist, weil ein Antheil davon in dem Zellengewebe — Faserstoff — zurückgehalten wird.

Wenn man diesen getrockneten und zu feinem Mehl zerriebenen Faserstoff, oder das Mehl ausgelaugter und getrockneter Kartoffelschnitte, oder das Mehl gekochter und getrocknetee Kartoffeln in einem lauwarm bereiteten Gerstenmalzinfusum steigend bis 60° R. Temperatur erhitzt, so löst sich dabei durch Wirkung des Diastas alles Stärkmehl der Kartoffeln zu Gummi und Zucker in der Flüssigkeit auf und nur der Faserstoff (das Zellengewebe) bleibt ungelöst zurück. Mehrmals mit Wasser aus-

gekocht und an der Luft getrocknet, wiegt es von 100 Gewichtstheilen frischer Kartoffeln nur 2 bis 2½, im Mittel 2¼ Gewichtstheile. In dem Kartoffelmehl (von dessen Darstellung bei den Kartoffeln) kann also eine bedeutend größere Menge Stärkmehl zur technischen Benützung kommen, als das auf mechanischem Wege aus den Kartoffeln geschiedene Stärkmehl beträgt.

Das Hordein.

oder der Gerstenstoff findet sich bloß in dem Mehl der Gerste. Um es darzustellen, kocht man das Gerstenmehl mit viel Wasser und seiht die dünne Flüssigkeit durch Leinwand. Auf dem Seihetuche bleibt ein gelbgraues, körniges, sägespäneartiges Pulver, welches im Wasser unlöslich ist, sich bei der trockenen Destillation wie Stärkmehl verhält, und mit Salpetersäure behandelt, Oxalsäure liefert. Lange hielt man dieses Hordein für einen einfachen Pflanzenbildungstheil, bis Braconnet und Guibourt nachwiesen, daß es bloß ein etwas schwieriger trennbares Gemenge von Stärkmehl, Hülse und etwas Kleber sei, beim Mahlen der Gerste gebildet werde und im Mehle verbleibe. In dem mehligen Korn der Gerste findet es sich nicht. Beim Keime der Gerste wird das mehlige Korn aufgelockert, von der Hülse mehr abgelöst und diese bloßgelegt; daher findet man in dem Mehle der gekeimten Gerste (Malz) weniger Hordein als in jenem der rohen. Es wurde hier nur deßhalb davon Erwähnung gemacht, weil dasselbe bei den Analysen des Gerstenmehls noch unter den Bestandtheilen desselben aufgezählt wird.

Die mineralischen Bestandtheile der Getreidesamen.

In den Getreidesamen sind auch mehr oder weniger mineralische Bestandtheile enthalten, welche, wenn sie im Wasser löslich sind, in die Mischung der daraus bereiteten gegohrenen Flüssigkeiten (Bier) übergehen. Bis jetzt hat man keinen Einfluß derselben auf die Beschaffenheit der aus den Getreidearten erzeugten Producte nachgewiesen; ihre Menge ist indessen in

Der stärkmehlartige Faserstoff.

sollte vielmehr heißen: stärkmehlhaltiger Faserstoff, und findet sich in den Kartoffeln zu 1/5 ihrer trockenen Substanz, ferner in den Mohrrüben, Wasserrüben u. s. w.

Um ihn aus den Kartoffeln abzuscheiden, schreibt man gewöhnlich vor, sie zu feinem Brei zu zerreiben, Saft und Stärkmehl daraus durch Auswaschen mit Wasser abzusondern und den Rückstand zu trocknen.

Im feuchten Zustande bildet diese Masse halb durchsichtige, zähe Fäden, die zu einer weißgrauen, sehr harten und brüchigen Substanz eintrocknen und gemahlen ein weißes Mehl geben. Feucht wird sie bald sauer. Wenn man die frischen Fasern zusammenknetet und im Backofen backt, so bildet sich im Innern der Masse Kleister, weil sie noch Stärkmehl enthält. Wenn man diese mäßig abgepreßte Fasermasse in einem reinen Thongeschirre bei einer Temperatur von 24 bis 30° R. sich selbst überläßt, so entsteht in derselben ein eigenthümlicher Entmischungsproceß (Zerrottung); sie wird schmierig, enthält nun Buttersäure (Scharling) und es läßt sich hierauf aus derselben noch eine Portion Stärkmehl auswaschen.

Diese Fasermasse ist nichts anderes, als ein etwas schwieriger und auf dem befolgten mechanischen Wege nicht trennbares Gemenge von Pflanzenfaser und Stärkmehl. Durch's Feinreiben kann man noch einen bedeutenden Antheil Stärkmehl davon abschlemmen. Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure werden aus demselben daher noch Gummi und Zucker gebildet. Dieser Umstand erklärt zugleich, wie es kommt, daß man bei dem im Großen befolgten mechanischen Verfahren aus den Kartoffeln immer nur eine bedeutend geringere Menge Stärkmehl gewinnt, als darin enthalten ist, weil ein Antheil davon in dem Zellengewebe — Faserstoff — zurückgehalten wird.

Wenn man diesen getrockneten und zu feinem Mehl zerriebenen Faserstoff, oder das Mehl ausgelaugter und getrockneter Kartoffelschnitte, oder das Mehl gekochter und getrocknetee Kartoffeln in einem lauwarm bereiteten Gerstenmalzinfusum steigend bis 60° R. Temperatur erhitzt, so löst sich dabei durch Wirkung des Diastas alles Stärkmehl der Kartoffeln zu Gummi und Zucker in der Flüssigkeit auf und nur der Faserstoff (das Zellengewebe) bleibt ungelöst zurück. Mehrmals mit Wasser aus-

gekocht und an der Luft getrocknet, wiegt es von 100 Gewichtstheilen frischer Kartoffeln nur 2 bis 2½, im Mittel 2¼ Gewichtstheile. In dem Kartoffelmehl (von dessen Darstellung bei den Kartoffeln) kann also eine bedeutend größere Menge Stärkmehl zur technischen Benützung kommen, als das auf mechanischem Wege aus den Kartoffeln geschiedene Stärkmehl beträgt.

Das Hordein.

oder der Gerstenstoff findet sich bloß in dem Mehl der Gerste. Um es darzustellen, kocht man das Gerstenmehl mit viel Wasser und seiht die dünne Flüssigkeit durch Leinwand. Auf dem Seihetuche bleibt ein gelbgraues, körniges, sägespäneartiges Pulver, welches im Wasser unlöslich ist, sich bei der trockenen Destillation wie Stärkmehl verhält, und mit Salpetersäure behandelt, Oxalsäure liefert. Lange hielt man dieses Hordein für einen einfachen Pflanzenbildungstheil, bis Braconnet und Guibourt nachwiesen, daß es bloß ein etwas schwieriger trennbares Gemenge von Stärkmehl, Hülse und etwas Kleber sei, beim Mahlen der Gerste gebildet werde und im Mehle verbleibe. In dem mehligen Korn der Gerste findet es sich nicht. Beim Keime der Gerste wird das mehlige Korn aufgelockert, von der Hülse mehr abgelöst und diese bloßgelegt; daher findet man in dem Mehle der gekeimten Gerste (Malz) weniger Hordein als in jenem der rohen. Es wurde hier nur deßhalb davon Erwähnung gemacht, weil dasselbe bei den Analysen des Gerstenmehls noch unter den Bestandtheilen desselben aufgezählt wird.

Die mineralischen Bestandtheile der Getreidesamen.

In den Getreidesamen sind auch mehr oder weniger mineralische Bestandtheile enthalten, welche, wenn sie im Wasser löslich sind, in die Mischung der daraus bereiteten gegohrenen Flüssigkeiten (Bier) übergehen. Bis jetzt hat man keinen Einfluß derselben auf die Beschaffenheit der aus den Getreidearten erzeugten Producte nachgewiesen; ihre Menge ist indessen in

Beziehung auf den Ackerbau nicht ohne Bedeutung. Sprengel, welchem wir hierüber ausführliche Untersuchungen verdanken (Erdmann's Journal, Bd. 10., S. 344), erhielt von 100.000 Gewichtstheilen:

Weizen	. 1177	Gewichtstheile	Asche	=	1.177	pCt.,
Roggen	. 1040	"	"	=	1.040	"
Gerste	. 2349	"	"	=	2.349	"
Hafer	. 2580	"	"	=	2.580	"
Erbsen	. 2464	"	"	=	2.464	"

Die Asche derselben enthielt:

Chlor.

Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure.

Kohlensäure (?).

Kali, Natron, Kalk.

Bittererde, Thonerde.

Eisen- und Manganoxyd.

Die Säuren und das Chlor waren offenbar mit Basen verbunden; die Kohlensäure entstand durch Verbrennung vorhanden gewesener Pflanzensäuren; ein Theil der Schwefelsäure erzeugte sich durch Verbrennung des in den Proteinverbindungen der Getreidesamen enthaltenen Schwefels.

Daß von diesen mineralischen Bestandtheilen, insofern sie in die Mischung der gährenden Flüssigkeiten übergehen, ein Theil zur Bildung der neuen Hefe — als Pflanze betrachtet — verwendet wird und nothwendig sei, scheint keinem Zweifel zu unterliegen, weil man neuerer Zeit bei den Analysen der Hefe darin namentlich beträchtliche Mengen von Phosphaten nachgewiesen hat. Eine gewisse Menge Schwefel scheint zur Bildung der Hefe ebenfalls nothwendig zu sein, weil die Hefe Schwefel in ihrer Mischung enthält.

Der chemische Proceß der Umwandlung des Stärkmehls in Gummi und Zucker.

Die richtige Erklärung der Umwandlung des Stärkmehls in Krümelzucker ist ein Problem, welches bis gegenwärtig noch nicht gehörig gelöst erscheint.

Gewöhnlich nimmt man an, daß die ganze Stärkmehlsubstanz bloß in Zucker umgewandelt werde; allein dieser Annahme

widerspricht die Erfahrung im Großen, welche zeigt, daß man bei den Stärkezuckerbildungsprocessen bei Weitem nicht jene Quantität Stärkezucker aus dem Stärkmehl erhält, welche die auf die obige Annahme basirte stöchiometrische Rechnung ausweist. Auch ist es Thatsache, daß sich bei der Stärkezuckerbildung mittelst Gerstenmalz unter gewissen Umständen Milchsäure und bei jener mittelst Schwefelsäure Ameisensäure bildet, welcher der eigenthümliche Geruch zuzuschreiben ist, der sich bei der letztern Verfahrungsweise entwickelt. Um den Unterschied in den Resultaten bei diesen verschiedenen Berechnungen zu zeigen, muß auch die ältere, bis jetzt herrschende Ansicht hier aufgenommen werden. Diese ist die folgende:

Ein Atom wasserfreie Stärkmehlsubstanz besteht aus:

C_{12} à 7.5 = ... 90.0,
H_{20} à 0.625 = ... 12.5,
O_{10} à 10.0 = ... 100.0.

Zusammen 1 Atom Stärkmehlsubstanz
$C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$ = ... 202.5.

Aus dieser Stärkmehlsubstanz entstehe Krümelzucker durch Aufnahme von 4 Atomen Wasser:

$$\left.\begin{array}{l} H_8 = 5.0 \\ O_4 = 40.0 \end{array}\right\} = \ldots\ 45.0.$$

Ein Atom lufttrockener Krümelzucker
= $C_{12}\ H_{28}\ O_{14}$ = ... 247.5.

100 Gewichtstheile wasserfreie Stärkmehlsubstanz würden mithin geben 122.22 Gewichtstheile lufttrockenen Krümelzucker oder Krümelzuckerhydrat. Dieser Zucker enthält 2 Atome Wasser, die sich aus demselben bei der Erhitzung bis 100° C. verdampfen lassen, worauf derselbe im wasserfreien Zustande zurückbleibt — in jenem Zustande, wie er durch den Proceß der geistigen Gährung in Alkohol und Kohlensäure zersetzt wird.

Nimmt man daher von dem Krümelzuckerhydrat hinweg
2 Atome Wasser = ... 22.5,
so bleiben übrig . . . . 225.0 wasserfreier Krümelzucker, welcher besteht aus $C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$.

100 Gewichtstheile wasserfreie Stärkmehlsubstanz würden demnach geben 111.11 wasserfreien Krümelzucker. Saussure gibt an, 110.15 und Brunner 107.01 solchen Zucker erhalten zu haben. Diese Angaben und Rechnungsresultate stimmen durch-

aus nicht überein mit den Erfahrungen, die man im Großen bei der Umwandlung des Stärkmehls in Zucker mittelst Schwefelsäure sowohl als mittelst Gerstenmalz (Diastas) gemacht hat.

100 ℔ lufttrockenes Kartoffelstärkmehl, worin 80.6 ℔ wasserfreie Stärkmehlsubstanz, müßten 89.9 ℔ wasserfreien Stärkezucker, und 100 ℔ Getreidestärkmehl, worin 86.5 ℔ Stärkmehlsubstanz und 1.5 ℔ Tegumente, müßten 96.48 ℔ dieses Zuckers liefern, was unter keinerlei Umständen der Fall ist.

Überhaupt herrscht selbst unter den ausgezeichnetsten Gelehrten, was diese Umwandlungen betrifft, viele Verwirrung, und in den neuesten Werken von Dumas, Liebig, Mulder wird überall Dextrin mit Dextringummi verwechselt. Das Folgende soll daher dazu dienen, zu einer richtigern Erkenntniß dieses Gegenstandes die Bahn zu brechen.

Wenn man 100 Gewichtstheile lufttrockenes Kartoffelstärkmehl mit 18 pCt. Wassergehalt mittelst Gerstenmalz in Gummi und Zucker umwandelt, so erhält man aus dem erstern circa 81 Gewichtstheile wasserfreies Extract, welches etwa zu $^1/_3$ aus Dextringummi und zu $^2/_3$ aus Dextrinzucker besteht. Aus 100 Gewichtstheilen lufttrockenem Getreidestärkmehl mit 12 pCt. Wassergehalt erhält man 86.5 Gewichtstheile desselben Extractes.

Hiernach scheint es offenbar, daß die Menge der Substanz bei der Umwandlung des Stärkmehls in Gummi und Zucker nicht vermehrt wird, was doch der vorstehenden stöchiometrischen Berechnung gemäß sein sollte. Auch zeigen die bei der Beobachtung des Gährungsverlaufes sich herausstellenden Attenuationsverhältnisse, daß man aus diesem durch die Gährung zersetzten Extract nicht mehr Alkohol erhält, als der Menge desselben — dieses als wasserfreier Krümelzucker betrachtet — entspricht, und daß der unzersetzte Antheil in der gegohrenen Flüssigkeit in Auflösung zurückbleibt.

Wenn man 100 Gewichtstheile lufttrockenes Kartoffelstärkmehl von 18 pCt. Wassergehalt mittelst Schwefelsäure in Zucker umwandelt, so erhält man davon nur 100 ℔ Sirup von 75 pCt. Zuckergehalt, also noch weniger des neuen Umwandlungsproductes, als bei Anwendung von Gerstenmalz. Bei diesem Processe erzeugt sich wahrscheinlich Ameisensäure, welche Ursache des sich dabei verbreitenden eigenthümlichen säuerlichen Geruches ist. Bis jetzt hat man eine solche Zuckererzeugung noch nicht in einer Destillirgeräthschaft vorgenommen, um die sich dabei verflüchti-

gende riechende Substanz aufzufangen, zu verdichten und näher zu untersuchen. Jedenfalls enthält sie Kohlenstoff in ihrer Mischung, und wenn dieß der Fall ist, kann aus dem verwendeten Stärkmehl nicht die stöchiometrisch berechnete Zuckerausbeute erhalten werden, wozu der ganze Kohlenstoffgehalt des Stärkmehls in Rechnung gebracht wird.

Wenn man 100 Gewichtstheile lufttrockenes Kartoffel-Stärkmehl, worin 18 pCt. Wasser, bei einer Temperatur von circa 200° **R.** röstet, so wird es gelb und im kalten Wasser größtentheils zu einer klebrigen, schleimigen Flüssigkeit auflöslich; es wird in Röstgummi verwandelt und wiegt nun circa 75 Gewichtstheile. Man bemerkt dabei keinen sehr brandigen Geruch; es scheint nur eine Verflüchtigung von vielleicht neu gebildetem Wasser Statt zu finden. Nimmt man von 1 Atom Stärkmehlsubstanz

= . . . C_{12} H_{20} O_{10} = 202.5

2 Atome Wasser = . . . H_4 O_2 = 22.5 hinweg, so

bleiben = C_{12} H_{16} O_8 = ... 180.0 Röstgummi übrig, und 100 Gewichtstheile lufttrockenes Stärkmehl würden demnach liefern 71.64 Gewichtstheile dieses Gummi, was mit der Erfahrung nahe übereinstimmt, besonders wenn man bedenkt, daß bei der Röstung immer noch ein Antheil Stärkmehl unverändert in dem Producte verbleibt, so daß, wenn dieselbe vollkommen erfolgt wäre, eine geringere Ausbeute an Röstgummi resultiren müsse. Dieses Röstgummi ist daher von dem Dextringummi wesentlich verschieden, obwohl es in mehren chemischen Schriften für damit gleich behandelt wird; es läßt sich weder mit Schwefelsäure auf die gewöhnliche Weise, noch mit Diastas in Dextrinzucker umwandeln; es ist isomer mit der Pflanzenfaser.

Bei dem Umstande, wo es der organischen Analyse noch nicht gelungen ist, uns über die bei der Stärkezuckerbildung vorgehenden chemischen Processe genaue Rechenschaft zu geben, indem die bisherigen Ansichten davon ungenügend sind und mit den Erfahrungen im Großen nicht übereinstimmen, und bei der Thatsache, daß man bisher auf einige Nebenproducte, die sich dabei bilden, keine genügende Rücksicht genommen hat, wozu namentlich die Entstehung des Gummi bei der Einwirkung des Diastas auf Stärkmehl bei dem Meischprocesse gehört, bleibt vor der Hand nichts anderes übrig, als sich an das Resultat der Erfahrung zu halten, wornach 100 ℔ lufttrockenes Stärkmehl nur so viel wasserfreies nutzbares Extract liefern, als in demselben selbst an wasser-

freier Stärkmehlsubstanz enthalten ist. Dieses Extract liefert bei seiner Zersetzung durch den Gährproceß nur so viel Alkohol und Kohlensäure, als ein Quantum wasserfreier Krümelzucker geliefert hätte, welcher ein der Menge des zersetzten Extractes gleiches absolutes Gewicht hat. In diesem Extract ist daher der Krümelzucker im wasserfreien Zustande enthalten.

Frägt man hierauf nach der Menge Alkohol, welche 100 ℔ wasserfreie Stärkmehlsubstanz zu liefern vermögen, so antwortet die Erfahrung, daß daraus ebensoviel — aber nicht mehr — Alkohol erfolgen könne, wie aus 100 ℔ wasserfreiem Stärkmehlzucker, nämlich 51.111 pCt. seines Gewichtes. Demnach können liefern: 100 ℔ lufttrockenes Kartoffel-Stärkmehl 41.195 ℔, 100 ℔ lufttrockenes Getreide-Stärkmehl 44.211 ℔ absoluten Alkohol, wornach sie je nach ihrem Stärkmehlgehalte die mögliche Alkoholausbeute aus dem Getreide und den Kartoffeln im Vorhinein ermessen läßt. Bei den im Großen vorgenommenen zymotechnischen Processen wird aber jene Alkoholausbeute niemals erhalten, weil sowohl die Zuckerbildung als die Gährung nicht so vollständig erfolgen, als hierzu erforderlich wäre.

Es war hier nothwendig, auf diese Nichtübereinstimmung der Resultate der Analysen mit der Erfahrung im Großen hinzuweisen.

Neuerer Zeit hat jedoch Blondeau (Journal für praktische Chemie, Bd. 32 S. 427 und Bd. 33 S. 439) Analysen des Stärkmehls und der Zuckerarten veröffentlicht, welche dem praktischen Resultate im Großen, nämlich den Zuckerbildungs- so wie den Gährungsresultaten mehr entsprechen. Nach ihm bestehen:

Der Milchzucker aus . . .	$C_6 H_{12} O_6$
Die Stärkmehlsubstanz aus .	$C_{10} H_{20} O_{10}$
Der Krümelzucker	$C_{18} H_{36} O_{18}$
„ gemeine Zucker . . .	$C_{24} H_{48} O_{24}$

Das den Übergang aus dem Stärkmehl in Zucker bildende Dextringummi hat Blondeau nicht analysirt. Der Krümelzucker war aus Stärkmehl bereitet. Es würde sich hiernach eine höchst einfache Reihe in der elementaren Zusammensetzung dieser Stoffe ergeben; wobei die absoluten Gewichte der veränderten Substanzen sich gleich bleiben und nur ihre Atomenzahlen sich ändern, nach der Gleichung:

$$18\ (C_{10}\ H_{20}\ O_{10}) = 10\ (C_{18}\ H_{36}\ O_{18})$$

Stärkmehlsubstanz   Krümmelzucker.

Diese Umwandlung würde demnach einfach darin bestehen, daß die organischen Molecüle des Stärkmehls in einen dichteren Zustand übergeführt werden — aus 18 Atomen Stärkmehlsubstanz würden 10 Atome Krümmelzucker entstehen — und 100 ℔ Stärkmehlsubstanz würden auch nur wieder 100 Pfund wasserfreien Krümmelzucker liefern, was der Erfahrung wenigstens sehr nahe liegt.

Die Gerste.

Die Gerste (**Hordeum**) ist die zur Biererzeugung geeignetste Getreideart; auch zur Branntweinerzeugung aus Getreide und Kartoffeln ist sie unentbehrlich. Sie eignet sich dazu vorzugsweise wegen der eigenthümlichen Beschaffenheit zweier ihrer Bestandtheile, des Stärkmehls und des Klebers, vermöge welcher diese bei dem Keimen gewissermaßen aufgeschlossen, das erstere zur Zuckerbildung mehr angeeignet, die zuckerbildende Kraft des letztern — des Klebers — aber ungemein gesteigert wird, so daß sie sich auf eine bedeutend größere Menge Stärkmehl zu erstrecken vermag, als die ist, die in der gekeimten Gerste noch enthalten — eine Eigenschaft, welche außer dem Weizen den übrigen Getreidearten nicht in gleichem Maße zukommt.

Von der Gerste gibt es mehre Varietäten, die theils als Winter-, theils als Sommerfrucht gebaut werden.

Bei uns wird die große, zweizeilige Gerste (**Hordeum distichon**) und die vierzeilige oder kleine Gerste (**H. vulgare**) am meisten gebaut und angewendet. In Schottland wird dazu die sechszeilige Gerste (**Hordeum hexastichon**) angebaut und verwendet. Diese Varietät hat eigentlich auch zweizeilige Ähren, aber drei Körner kommen immer aus dem nämlichen Punct, so daß sie sechszeilig zu stehen scheinen; sie wird dort **Bear** und **Big** genannt. Ihre specifische Schwere = 1.227 bis 1.265. Sie ist dickhülsiger und enthält weniger mehliges Korn, ist daher weniger ausgiebig; aber sie reift früher und verträgt ein rauheres Klima.

Neuester Zeit empfiehlt man besonders die 70fältig (?) tragende Himalayagerste und deren Anwendung zur Biererzeugung, weßhalb sie versuchsweise hier und da gebaut wird und zur Biererzeugung verwendet wurde. Sie ist eine nackte Gerste,

grünlich gefärbt und sehr dünnhülsig. Ein Wiener Metzen davon wiegt 80 ℔. Sie liefert 65 pCt. ihres Gewichtes an zu Bier benutzbarem Extract, und unter übrigens gleichen Umständen ein Bier von derselben Qualität wie gemeine Gerste. Das Einweichen und Keimen derselben erfolgt wegen ihrer Dünnhülsigkeit schneller. Das Darren des Malzes muß vorsichtiger geschehen, und zur Beförderung des Abziehens der Würze von den Trebern müssen Auflockerungsmittel — ausgekochtes Strohhäcksel, Haferschrot oder ein Zusatz von Malzschrot aus gemeiner Gerste — angewendet werden, weil sich die Treber zu dicht zusammenlegen und dadurch das Abfließen der Würze erschweren.

Ein Korn gemeiner Gerste wiegt im Mittel $^2/_3$ Gran; ihre specifische Schwere = 1.250 bis 1.333, nach Andern bis 1.371.

Der reife, lufttrockene Same der gemeinen Gerste enthält in 100 Gewichtstheilen: 70.05 Mehl,
18.75 Hülse und
11.20 Wasser.

Das Mehl der Gerste enthält nach	Einhof:	Proust:
Stärkmehl	67.18.	32.
Dextrinzucker	5.21.	5.
Dextringummi	4.62.	4.
Hordein	7.29.	55.
Kleber	3.52.	3.
Albumin	1.15.	—
Phosphorsauren Kalk	0.42.	—
Wasser	9.37.	—
Verlust bei der Analyse	1.24.	—
Gelbes Harz	—	1.
Zusammen . .	100.00	100.

Nach Fourcroy und Vauquelin enthält die Gerste noch 1 pCt. durch Alkohol ausziehbares, dickes, fettes Öl, von welchem der mit Gerste (Gerstenmalz) bereitete Branntwein Fuselgeruch und Geschmack und das Gerstenbrot eine geringe Bitterkeit erhalten sollen.

100 ℔ lufttrockene Gerste liefern im Mittel 60 ℔ wasserfreies Extract. Mit einem gleichen Gewichte gut gekeimtem Gerstendarrmalz meischt sich das feine Gerstenschrot sehr leicht; die erzeugte Würze ist sehr süß, vollkommen klar, dünnflüssig und zur Biererzeugung geeignet.

Schon bei 55 bis 60° R. geht der Meischproceß vollkommen von Statten.

Der Weizen.

Von gemeinem Weizen (**Triticum vulgare**), welcher bei uns am häufigsten gebaut wird, gibt es mehre Varietäten; im Allgemeinen unterscheidet man davon zwei Hauptarten: Winterweizen (**Triticum v. hybernum**) und Sommerweizen (**Tr. v. aestivum**).

Der Weizen wird weniger zum Bierbrauen verwendet, obwohl er dazu sowohl im rohen als im gemalzten Zustande vollkommen geeignet ist. Sein höherer Preis wird durch das größere absolute Gewicht der Maßeinheit desselben, so wie durch seine größere Ausgiebigkeit wieder ausgeglichen. Er enthält weniger Hülse und mehr mehliges Korn.

Der Gehalt des Weizens an Kleber und Stärkmehl ist nach Hermbstädt vorzüglich von dem Düngungszustande des Bodens und von der Art des angewandten Düngers abhängig, und es wechselt hiernach der Gehalt desselben je nach dem Stickstoffgehalte und der Menge der gebrauchten Dungmittel:

an Stärkmehl	von 43.86	bis 76.50	pCt.,
„ Kleber	„ 35.10	„ 13.00	„

was jedoch in ähnlicher Art von allen Getreidearten gilt. Der Weizen wurde vielfältig untersucht. Es würde zu nichts führen, alle diese Analysen desselben hier mittheilen zu wollen. Einige derselben werden genügen, darüber die gewünschte Kenntniß zu verbreiten.

Der Weizen enthält nach Saussure:

Stärkmehl	72.72	100.00.
Kleber	11.75	
Dextringummi	3.46	
Dextrinzucker	2.44	
Albumin	1.43	
Hülse	5.50	
Verlust bei der Analyse .	2.70	

Nach Vogel enthält das Weizenmehl:

Stärkmehl	68.0	100.0.
Kleber und Wasser . . .	24.0	
Dextrinzucker	4.2	
Albumin	1.5	
Verlust bei der Analyse . .	2.3	

Die specifische Schwere des Weizens = 1.329 bis 1.374.

Guter Weizen, fein geschrotten und mit seinem gleichen Gewicht Gerstenmalz eingemischt, liefert im Mittel 70 pCt. Extract. Die Würze scheidet sich dabei sehr gut von den Trebern; sie ist goldgelb, angenehm süß, dünnflüssig und sehr klar. Schon bei 55 bis 60° R. geht die Auflösung des rohen Weizenschrotes vollkommen vor sich.

Der Roggen.

Der Roggen (Secale cereale) eignet sich nicht zur Bier-, wohl aber zur Branntweinerzeugung, weil dessen Kleber, welcher größtentheils aus Glutin besteht, zwar zuckerbildend auf das Stärkmehl wirkt und eine gute Vergährung der Meische bedingt; allein er steht hierin der Gerste und dem Weizen nach und liefert eine dickflüssige, schleimige, sich schwierig klärende Würze.

Der Roggen wird im rohen und gemalzten, immer aber in fein geschrottenem Zustande zur Erzeugung von Branntwein verwendet, und zwar sowohl zur Getreide-Branntweinbrennerei (Kornbranntwein) als zur Kartoffel-Branntweinbrennerei. Besonders zur Anstellung der sogenannten Kunsthefen-Ansätze werden roher und gemalzter Roggen gebraucht.

Das Roggenmalz muß länger ausgewachsen sein, wenn es beim Meischprocesse kräftig wirken soll. Solches lang ausgewachsenes Roggenmalz (Kornmalz) steht in seiner zuckerbildenden Wirkung auf Kartoffelstärkmehl dem Gerstenmalz und Weizenmalz am nächsten.

100 ℔ Roggen von sehr guter Qualität geben 68 pCt., von mittlerer Qualität 65 pCt., von schlechterer Qualität auch nur 60 pCt. Extract.

Zur Auflösung des Roggenstärkmehls aus dem Roggenschrot beim Meischprocesse ist eine Temperatur von höchstens 60° R. vollkommen genügend; aber immer erhält man dabei,

auch wenn eine dem Gewichte des Roggens gleiche Menge Gerstenmalz angewendet wird, eine sehr schleimige Würze.

Der Roggen enthält in 100 Gewichtstheilen nach Einhof:

Mehl	65.6,
Hülse	24.2,
Wasser . . .	10.2.

Der Roggen nach Davy:		Das Mehl nach Einhof:	
Stärkmehl . . .	61.00.	. . . .	61.07.
Kleber	9.50.	. . . .	9.48.
Albumin	3.30.	. . . .	3.28.
Dextringummi . .	11.10.	. . . .	11.09.
Dextrinzucker . .	3.30.	. . . .	3.28.
Hülse und Verlust .	11.80.	. Kleie	6.38.
		Salze und Verlust	5.42.
	100.00.		100.00.

In Rußland dient der Roggen zur Erzeugung eines säuerlichen geistigen Getränkes, des **Kvas**. Seine specifische Schwere = 1.310.

Der Hafer.

Vom Hafer (Avena) gibt es ebenfalls mehre Arten, wovon der Rispenhafer (Avena sativa) am häufigsten vorkommt. Er enthält weit mehr Hülse als die andern Getreidearten, und liefert von 100 Gewichtstheilen: 66 Gewichtstheile Mehl und 34 Gewichtstheile Kleie.

Sein Stärkmehlgehalt ist geringer, dagegen der Gehalt an Zucker verhältnißmäßig größer als im Weizen und Roggen. Nur in seltenern Fällen wird er zum Bierbrauen und Branntweinbrennen verwendet und liefert ein sehr moussirendes Bier, so wie einen mehr perlenden Branntwein. Das Hafermehl enthält nach

	Hermbstädt:	Vogel:	
Stärkmehl	53.12. . . .	59.00.	Zucker und Bitterstoff.
Kleber	10.93. . . .	4.30.	
Albumin	2.08. . . .	—	
Dextrinzucker . . .	4.68. . . .	8.25.	
Dextringummi . . .	12.50. . . .	2.50.	
Faserstoff (Hülse) . .	1.69. . . .	—	
Fettes grünes Öl . .	— . . .	2.00.	
Wasser	13.31. . . .	23.95.	
Verlust	1.69. . . .		
	100.00.	100.00.	

Das Haferschrot liefert, mit einem gleichen Gewichte Gerstenmalz eingemeischt, bei 55—60° R. Temperatur eine milchig getrübte, sich selbst durch Papier nicht klar filtrirende, dünflüssige Würze, welche weniger süß schmeckt als Malzwürze, nur sehr schwach sauer reagirt und von Jodtinctur nicht gefärbt wird.

100 ℔ Hafer gaben nur 42 ℔ wasserfreies Extract.

Der Hafer wurde dazu auf einer Handschrotmühle mit cannelirten Walzen geschrotten; die Hülsen desselben waren der Länge nach zerrissen, von dem mehligen Korne ganz abgelöst und dieses bloßgelegt.

Der Umstand, daß der Hafer eine trübe Würze liefert, macht ihn zur Anwendung zur Biererzeugung weniger geeignet. Wegen seiner lockern Hülsenmasse dient er aber, in geringer Menge augewendet, als Auflockerungsmittel der Treber und befördert dadurch das Abfließen der Würze von denselben.

Das bekannte Horner Bier bei Wien ist ein Haferbier; es ist sehr moussirend und erfrischend, aber es ist trübe. — In Kärnten und Krain wird Haferbier gebraut.

Die specifische Schwere des Hafers wechselt zwischen 1.314 bis 1.345.

Der Mais.

Der Mais, Kukurutz, Türkischer Weizen, Wälschkorn (**Zea mays**) wird in Ungarn, Mähren, Steiermark, Kärnthen, Tirol, im übrigen Teutschland, in Italien, Frankreich ꝛc. häufig gebaut, und kann da, wo er gut gedeiht und billig zu haben ist, zur Bier nnd Branntweinerzeugung verwendet werden. Es gibt davon eine große Anzahl von Spielarten; vorzüglich unterscheidet man aber den grobkörnigen und den kleinkörnigen. Nach Burger enthält der frisch geerntete Mais noch 28.6, der an der Luft getrocknete nur 13 pCt. Wasser.

100 Gewichtstheile lufttrockener Mais enthalten nach

	Gorham:	Vauquelin:
Stärkmehl	77.00.	75.35.
Zein (Maiskleber)	3.00.	4.50.
Dextrinzucker	1.45.	
Dextringummi	1.75.	2.50.
Albumin	2.50.	0.30.
Extractive Materie	0.80.	—
Kohlens., schwefels. und phosphors. Kalk	1.50.	—
Hülse	3.00.	3.50.
Wasser	9.00.	12.00.
Verlust	0.20.	1.85.
	100.00.	100.00.

Nach Bizio enthält das Maismehl in 100 Gewichtstheilen:

Stärkmehl	80.920.
Zein	7.710.
Dextrinzucker	0.895.
Dextringummi	2.283.
Extractive Materie	1.092.
Zumim (Gährungsstoff?)	3.052.
Gliadin	2.498.
Fettes Öl	1.478.
Salze	0.074.

Den Wassergehalt des Mehls hat Bizio nicht bestimmt. Neuester Zeit hat Liebig in den Maiskörnern 4.25 bis 4.67 pCt., Dumas und Boussingault aber 9 (!) pCt. fettes Öl gefunden. Um so viel sind alle aufgeführte Analysen unrichtig, wahrscheinlich der Stärkmehlgehalt zu groß bestimmt. Dem großen Fettgehalte schreibt Dumas die bedeutende Mastungsfähigkeit des Mais zu. Die specifische Schwere der Maiskörner = 1.147; ein W. Metzen Mais wiegt 80 bis 85 W. Pfund 35 ℔ gelber grobkörniger Mais (aus Mähren) gaben fein geschrotten 1 ℔ sehr dünne, leichte, sich beim Absieben oben absondernde Hülse, mithin circa 3 pCt. vom Gewichte des Mais Mit Gerstenmalz eingemeischt, geben 100 ℔ Mais circa 70 ℔ wasserfreies Extract, ähnlich wie der Weizen. Aus dem Safte der grünen Maisstengel würde sich mit Vortheil eher Zucker als Branntwein erzeugen lassen.

Der Reiß.

Der Reis (**Oryza sativa**) wird in Ungarn so wie in Italien in beträchtlicher Menge gebaut, und zeichnet sich vor den gewöhnlichen Getreidearten durch seinen großen Stärkmehlgehalt aus. Nach Braconot enthalten 100 Gewichtstheile Reiß von

	Carolina in Nordamerika:	Piemont:
Stärkmehl	85.07. . . .	83.80.
Kleber	3.60. . . .	3.60.
Markiges Gewebe . .	4.80. . . .	4.80.
Dextrinzucker . . .	0.29. . . .	0.05.
Dextringummi . . .	0.71. . . .	0.10.
Ranziges fettes Öl .	0.13. . . .	0.25.
Phosphorsauren Kalk .	0.40. . . .	0.10.
Wasser	5.00. . . .	7.00.

Seine specifische Schwere = 1.455 bis 1.479.

Der Reißbranntwein (Arack) wird wegen seines Aroms besonders geschätzt. Auch zur Biererzeugung ist er vollkommen anwendbar. 100 ℔ Reiß, in dem Zustande, wie er durch den Handel zu uns kommt, geben mit Gerstenmalz eingemeischt 74 ℔ wasserfreies Extract.

Die Hülsenfrüchte.

Die Hülsenfrüchte, wozu wir die Erbsen (**Pisum sativum**), Linsen (**Ervum lens**), Bohnen (**Phaseolus vulgaris**) 2c. zählen, enthalten weniger Stärkmehl und zu viel einer eigenthümlichen Art Kleber (Legumin, Pflanzen-Casein), so daß sie gegen Getreide nur eine geringe Ausbeute an Branntwein gewähren würden. Dazu kommt noch, daß ihre Cultur und Gewinnung theurer ist als die der Getreidearten, so daß von einer nützlichen Anwendung derselben zur Branntweinerzeugung in Vergleichung mit Getreide und Kartoffeln keine Rede sein kann. Zur Bier-Erzeugung sind sie nicht geeignet. Aus diesem Grunde wird auch hier in eine nähere Betrachtnng derselben nicht eingegangen.

Nachträgliche Bemerkungen über die Bestandtheile der Getreidesamen.

Die in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei in besondern Betracht kommenden Bestandtheile der Getreidesamen ꝛc., welche bereits in Vorstehendem genannt wurden, sind in qualitativer und quantitativer Beziehung in denselben nicht ganz gleich. Der Dextrinzucker, das Dextringummi und das Albumin sind in allen Getreidesamen von gleicher Beschaffenheit. Vorzüglich nur der Kleber aus dem Weizen und Roggen und aus einigen Hülsenfrüchten, so wie das Stärkmehl aus dem Weizen und aus den Kartoffeln sind bis jetzt genauer untersucht, der Kleber aus der Gerste und dem Hafer, so wie das Stärkmehl aus diesen genannten Früchten und dem Roggen sind noch wenig dargestellt und geprüft worden.

Der Weizenkleber enthält viel Pflanzenfibrin, weniger Pflanzenleim und noch weniger Mucin. Der Roggenkleber enthält viel Pflanzenleim. Der Kleber der Hülsenfrüchte enthält viel Pfanzen-Casein (Legumin). Auch das Stärkmehl zeigt in Bezug auf Fähigkeit zur Zuckerbildung ein etwas verschiedenes Verhalten. Es ist ausgemacht, daß der Kleber aus der Gerste wie aus dem Weizen die größte zuckerbildende Kraft besitzt, und daß das Stärkmehl aus denselben sich beim Meischprocesse am leichtesten und vollkommensten in Zucker und Gummi umwandeln läßt. Durch das Keimen der Samen wird nicht nur der Kleber verändert, sondern das Stärkmehl nimmt an dieser Veränderung auch einigen Antheil, insofern es bei niedrigerer Temperatur Kleister bildet, welcher durchscheinender ist, so wie es sich auch sowohl mittelst Gerstenmalz als mittelst Schwefelsäure leichter in Gummi und Zucker umwandeln läßt.

Aus diesem Grunde ist die Anwendung gekeimten Getreides für die Zwecke der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei von besonderer Wichtigkeit, und erklärt, wie beim Gebrauche bloß roher Getreidearten hierzu immer eine unvollkommene Wirkung, Auflösung und Benützung derselben Statt finden muß. Aus der angegebenen Ursache sind Gerste und Weizen im rohen und gekeimten Zustande die vorzüglichsten Früchte, welche man dazu anwenden kann.

Die bisherigen Analysen der Getreidearten sind nicht ganz verläßlich. Indem man nämlich mit Wasser die auflöslichen

Theile hinwegnimmt, wird dem Kleber ein Theil Mucin entzogen, dagegen auf die Bestimmung des Mucingehaltes in der erhaltenen wässerigen Lösung keine Rücksicht genommen, wodurch die Resultate um so viel unrichtig sind. Das Mucin wurde stets gemeinschaftlich mit dem Gummi durch Weingeist gefällt.

Es erklärt sich daraus weiter, wie es kommt, daß die rohen Getreidearten — Gerste, Weizen, Roggen, Hafer — beim Meischen mit Gerstenmalz und für sich allein ein ganz anderes Verhalten zeigen, als wenn man das aus ihnen geschiedene Stärkmehl mit Weizenkleber oder mit Gerstenmalz der Zuckerbildung unterwirft.

Die geschrotenen rohen Getreidearten lösen sich nämlich beim Meischprocesse mit Gerstenmalz vollständiger zu Zucker und Gummi auf, als dieß mit dem aus ihnen geschiedenen Stärkmehl und Kleber (Weizenkleber) der Fall ist. Die entzogene Mitwirkung des Mucins ist in beiden Fällen Ursache davon.

Dr. Krocker hat den Stärkmehlgehalt in den Getreidearten, Hülsenfrüchten und Kartoffeln nach einer neuen Methode bestimmt, wobei er die stärkmehlhaltigen Substanzen zerkleinerte, durch Kochen derselben mit verdünnter Schwefelsäure das Stärkmehl in Zucker umwandelte, hierauf dieselbe durch Neutralisiren mit Kalk hinwegschaffte, die erhaltene zuckerhaltige Flüssigkeit aber mit viel Oberhefe in Gährung brachte, und den Gewichtsverlust ermittelte, welchen dieselbe dabei erlitten hatte. Er ist gleich der gebildeten und entwickelten Kohlensäure, und diese steht in Proportion mit dem zersetzten Zucker, so wie mit der Menge Stärkmehl, aus welcher ersterer entstanden ist. Die ausführlichere Beschreibung dieser Arbeit findet man in Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie, Band 58., Heft 2. Dr. Krocker gibt dabei an, daß die Getreidearten weder Gummi noch Zucker enthalten, und wenn diese Stoffe bei den Analysen der Getreidearten dennoch aufgefunden wurden, so seien sie Producte der Umwandlung des Stärkmehls, erzeugt durch die Wirkung des Klebers auf dasselbe bei Gegenwart von Wasser. Um so viel wären demnach die bisherigen Analysen der Getreidearten unrichtig und sie würden hiernach bloß aus Hülse, Stärkmehl, Kleber und Albumin bestehen.

Nach den erhaltenen Resultaten würde

der Weizen . . 51.84 bis 67.42 pCt Stärkmehl,

der Roggen . .	44.80	„	47.71	pCt.	Stärkmehl
die Gerste . . .	37.99	„	42.66	„	„
der Hafer . . .	36.90	„	40.17	„	„
„ Mais . . .	65.88	„	66.80	„	„
„ Reiß . . .	85.78	„	86.63	„	„ (!)
die Kartoffeln .	16.09	„	23.20	„	„

enthalten. Allerdings ist der Stärkmehlgehalt der genannten Substanzen nicht immer gleich und die Untersuchung nur auf eine beschränkte Anzahl von Varietäten einer und derselben Getreideart ausgedehnt worden, so daß den obigen Zahlen der gehörige Umfang zu fehlen scheint. Dennoch ist auch schon hier der bei mehren Getreidearten aufgefundene, etwas geringe Stärkmehlgehalt auffallend, was besonders hervortritt, wenn man denselben vergleicht mit der Ausbeute an wasserfreiem Extract, welche dieselben Substanzen bei ihrer Einmeischung mit Malz liefern, wornach der

Weizen . .	68	bis	72	pCt.	
Roggen . .	63	„	67	„	
Gerste . .	58	„	62	„	
Hafer . . .	40	„	44	„	
Kukuruz . .	68	„	72	„	und
Reiß			72	„	geben.

Obwohl in diesen Extraten ein Antheil von den Bestandtheilen des Klebers enthalten ist, so beträgt dieser doch etwa nur $^1/_{20}$ vom Gewichte des Extractes, und müssen demnach Ursachen vorhanden sein oder Umstände bei der obigen Untersuchung Statt gefunden haben, welche zur Verkleinerung der Anzeige des Stärkmehlgehaltes beitrugen, worauf ich vorderhand, ohne mich näher darüber auszusprechen, hindeuten will.

Für den Zymotechniker bleibt immer jene Methode der Prüfung der Getreidearten die brauchbarste und am schnellsten zum Ziele führende, wobei er ein gewogenes Quantum derselben im zerkleinerten Zustande mit dem gleichen Gewichte Gerstendarrmalz von bekannter Ausgiebigkeit und einer bestimmten Menge Wasser kunstmäßig einmeischt, die erhaltene klare Würze auf ihren Extractgehalt prüft und daraus den absoluten Gehalt an wasserfreiem Extract bestimmt. Zieht man davon die Menge Extract ab, welche das angewendete Malz für sich allein gegeben hätte, so erhält man jene Extractmenge als Rest, welche das verwendete Quantum des rohen Getreides gegeben hat. Die

Ausgiebigkeit der Getreidearten zur Bier- und Branntweinerzeugung steht mit der Menge an wasserfreiem Extract, welches sie liefern, im geraden Verhältnisse.

Die Kartoffeln.

Die Kartoffeln, die Knollen von **Solanum tuberosum**, gehören gegenwärtig zu dem wichtigsten Materiale nicht nur für die Branntweinbrennerei, sondern auch für die Bierbrauerei. In land- und staatswirthschaftlicher Beziehung sind sie dazu dem Getreide vorzuziehen, weil aus ihnen wegen ihres hohen Ertrages dreimal mehr Bier oder Branntwein erzeugt werden kann, als von derselben Ackerfläche, wenn sie mit Getreide (Gerste, Weizen, Roggen) bebaut gewesen wäre. Die von derselben Ackerfläche geernteten Kartoffeln enthalten nämlich dreimal mehr nutzbare Substanz (Stärkmehl) als das Getreide. In technischer Beziehung sind sie dazu besonders geeignet, wegen der Fähigkeit des in ihnen enthaltenen Stärkmehls, sich mittelst Gerstenmalz (Diastas) so leicht in Zucker und Gummi umwandeln zu lassen, dann wegen der bedeutenden Vergährungsfähigkeit der dadurch erzeugten süßen Flüssigkeiten; endlich wegen der Leichtigkeit, womit sich daraus Kartoffelmehl und Kartoffelstärkmehl bereiten und zur Biererzeugung verwenden lassen.

Von den Kartoffeln gibt es eine Menge Spielarten, welche den Zymotechniker nur insofern interessiren, als sie sich auch durch einen verschiedenen Gehalt an nutzbarer Substanz (Stärkmehl) von einander unterscheiden.

Der ganze Kartoffelknollen besteht nach der mikoskropischen Untersuchung von Fritzsche aus großen Zellen, deren jede ungefähr 10 bis 20 größere und kleinere Stärkmehlkörner einschließt, welche in einer Flüssigkeit (in dem Kartoffelsafte) liegen, die viel Albumin aufgelöst enthält. Beim Zerreiben der Kartoffeln werden die Zellen zerrissen, das eingeschlossene Stärkmehl wird bloßgelegt, und kann nun durch Auswaschen mit Wasser auf einem Siebe von dem faserigen Zellenstoffe geschieden werden, welcher auf dem Siebe zurückbleibt, während das Stärkmehl sich aus dem Wasser absetzt. Es ist durch die mechanische Operation des Zerreibens nicht möglich, alle Zellen zu öffnen; es bleibt also etwas Stärkmehl in den nicht geöffneten Zellen zurück, weßhalb sich dieser Rückstand theilweise

wie Stärkmehl verhält und aus dieser Ursache stärkmehlartiger — sollte vielmehr heißen stärkmehlhaltiger — Faserstoff genannt wurde.

Im Wesentlichen bestehen die Kartoffeln aus Stärkmehl, Zellenstoff (Pflanzenfaser) und Saft. Die Eigenschaften des Stärkmehls sind Seite 250 angegeben. Die äußerste Schichte der Stärkmehlkörner ist, da sie in einer Albumin enthaltenden Flüssigkeit liegen, mehr von Albumin durchdrungen, welches sowohl beim Kochen des Stärkmehls zu Kleister, als bei der Auflösung desselben mittelst Gerstenmalz (Diastas) gerinnt und sich, kleine Häutchen bildend, aus der Auflösung absetzt; daher die Vorstellung von den Stärkmehl-Tegumenten.

Der Saft der Kartoffeln enthält Albumin, Schleim, Salze und einen eigenen Extractivstoff, welcher sich in Berührung mit der atmosphärischen Luft braun färbt und deßhalb sowohl eine braune Färbung des Breies als des Saftes der Kartoffeln an der Luft bedingt. Beim Kochen scheidet sich das Albumin aus demselben im geronnenen Zustande aus, und dampft man den klaren Saft weiter bis zur Trockne ein, so verbreitet er dabei einen Geruch wie Fleischbrühe und beim Verbrennen wie gebratene Kartoffeln.

Die Salze finden sich in der Kartoffelasche. Nach Vogel jun. enthält die Kartoffelasche 17.5 Gewichtstheile im Wasser unlösliche und 82.5 Gewichtstheile im Wasser lösliche Bestandtheile. Erstere enthalten 9 Gewichtstheile phosphorsaure und 8.5 Gewichtstheile kohlensaure Salze. Die Phosphate sind hauptsächlich die von Kalk mit Spuren jener von Bittererde, Thonerde und Eisenoxyd; die Carbonate bestehen aus jenen von Kalk mit wenig Bittererde.

Die im Wasser löslichen Bestandtheile der Asche sind vorzüglich kohlensaure Alkalien, dann schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien mit Spuren von Chloriden. Die Quantität des Natrons ist in der Asche um 1 pCt. größer als die des Kali.

Die Gesammtquantität der Phosphorsäure betrug = 5.33
die der Schwefelsäure . . . . = 6.93.

Kieselerde war in der Asche nicht enthalten.

Ein Wiener Metzen Kartoffeln wiegt zwischen 75 bis 85, im Mittel 80 ℔, und enthält circa 1100 Stück, so daß ein Kartoffel im Durchschnitte 2.3 Loth wiegt, was jedoch nicht allgemein giltig ist.

Wir besitzen mehre Analysen der Kartoffeln von Einhof, Lampadius, Pearson und Vauquelin, auf welche sich gewöhnlich berufen wird; allein dabei wurde das Stärkmehl aus den Kartoffeln nur auf mechanischem Wege geschieden und deßhalb ihr Stärkmehlgehalt durchgehends zu klein bestimmt. Nimmt man den Gehalt der Kartoffeln an Faserstoff (Zellenstoff) mit 2.25 pCt. und dessen Menge in denselben in Proportion mit der Summe des Gehaltes an Stärkmehl und Zellenstoff an und addirt man das, was an Faserstoff mehr angegeben wurde, zum Stärkmehl, so werden dadurch die Resultate jener Analysen der Wahrheit näher gebracht, und sie stellen sich hiernach auf folgende Art, wobei die Analysen von Lampadius und Einhof benützt wurden.

Einhof untersuchte vier Sorten von Kartoffeln, und zwar:

1) weiße Kartoffeln mit rothen Schalen;
2) rothe Viehkartoffeln;
3) englische Meerkartoffeln;
4) Zuckerkartoffeln.

100 Gewichtstheile derselben enthielten nach Vornahme der angedeuteten Correction von der Sorte:

	1.	2.	3.	4.
Stärkmehl	20.0.	17.1.	10.9.	19.0.
Albumin	1.4.	0.7.	0.9. (Albumin, Schleim und Salze)	0.7.
Schleim und Salze	4.1.	2.4.		
Zellenstoff	2.1.	1.8.	1.1.	2.0.
Wasser	72.4.	78.0.	87.1.	78.3.
Zusammen	100.0.	100.0.	100.0.	100.0.

Lampadius untersuchte ebenfalls vier Sorten Kartoffeln, und zwar:

a) peruvianische Kartoffeln;
b) englische "
c) Zwiebel- "
d) teutsche "

Es enthielten in 100 Gewichtstheilen nach Correctur wie oben von der Sorte:

	a.	b.	c.	d.
Stärkmehl	18.31.	17.82.	24.53.	20.36.
Zellenstoff	1.94.	1.89.	2.61.	2.16.
Extract im Safte	1.87.	1.69.	1.66.	1.93.
Albumin	1.87.	1.33.	0.90.	1.25.
Wasser	76.01.	77.57.	70.30.	74.30.
Zusammen	100.00.	100.00.	100.00.	100.00.

Ich habe mich selbst mehrfältig mit der Untersuchung der Kartoffeln und mit der Bestimmung ihres Stärkmehlgehaltes beschäftigt.

Der Saft, welchen man aus dem zerriebenen Kartoffelbrei preßt, besitzt eine Dichte von 1.020 bis 1.032, oder er zeigt am Sacharometer eine Concentration von 5 bis 8 pCt., was sehr viel ist. Indessen die Menge der darin aufgelösten Stoffe ist nicht so groß; denn sie bestehen nebst aus Albumin meistens aus Salzen, welche wegen ihrer größern specifischen Schwere auch das des Saftes bedeutend erhöhen. Zur Trockne eingedampft, gab er 3 bis 5 pCt. trockenen Rückstand, welcher nach dem Verbrennen circa $^2/_3$ seines Gewichtes Asche zurückläßt. Nach Sprengel liefern die Kartoffeln 2.655 pCt. ihres Gewichtes Asche.

Der Kartoffelsaft enthält 1 bis 1.5 pCt. Albumin, welches beim Aufkochen desselben gerinnt.

Wenn man die Kartoffeln, in dünne Scheiben zerschnitten, an der Luft trocknet, so bleiben gewöhnlich 25 bis 30 pCt. vom Gewichte derselben an lufttrockener Substanz zurück. Das Gewicht dieses Rückstandes sinkt manchmal bis 20 pCt., bei ganz jungen Kartoffeln auch noch unter 20 pCt. herab, steigt aber bei sehr guten Kartoffeln, jedoch nur einzeln, auf 35 pCt. von dem Gewichte derselben.

Acht Stück ganz kleine junge Kartoffelknöllchen, welche zusammen 200 Wiener Gran wogen (1 Stück nur 25 Gran), gaben zerschnitten und bei 15 bis 18° R. Temperatur an der Luft getrocknet, 37 Gran lufttrockene oder 18.5 pCt. ihres Gewichtes Kartoffelsubstanz.

Acht Stück ähnlicher Art, zusammen 480 Gran schwer (1 Stück zu 60 Gran), gaben 116 Gran oder 24.16 pCt. trockene Substanz der Kartoffeln.

Ein Stück ausgereifter Kartoffel, 1779.5 Gran schwer, dessen specifische Schwere = 1.115, gab, auf dieselbe Art behandelt, 540 Gran oder 30.3 pCt. trockene Substanz.

Je reifer die Kartoffeln, desto größer ist ihr Stärkmehlgehalt, und je größer dieselben bei gleichem Zustande der Reife, desto wässeriger sind sie; jedoch ist die Grenze dieser Größe noch nicht gehörig ermittelt. Am meisten Stärkmehl enthalten reife Kartoffeln von mittlerer Größe (3 bis 6 Loth Schwere). In feuchtem Boden gewachsen, enthalten sie mehr Wasser, als

in trockenem, sandigem Boden cultivirt. Bis zur Reife nimmt daher der Stärkmehlgehalt der Kartoffeln und während der Aufbewahrung durch theilweise Austrocknung relativ fortwährend zu, mit Eintritt des Frühjahrs aber, sobald die Kartoffeln zu keimen anfangen, allmählig wieder ab, woraus hervorgeht, daß man sie in jener Zeitperiode verwenden und verarbeiten müsse, in welcher sie noch ihren vollen Stärkmehlgehalt bewahrt haben.

Eichhorn in Möglin (Poggendorf's Annalen Bd. 87 S. 227 u. w.) hat sich mit einer genaueren Untersuchung des schon von Michaelis, Liebig, Henri und Boussingault in den Kartoffeln nachgewiesenen Fettes befaßt, dessen Menge nicht 1 pCt. vom Gewichte der Kartoffeln erreicht. Die Schalen enthalten mehr Fett als die innere Masse. Das Kartoffelfett besteht aus wenigstens drei fetten Säuren und scheint gar kein Glycerin zu enthalten. Eichhorn deutet die Möglichkeit an, daß das Fuselöl, speciell das Amyloxyd, durch das Zerfallen einer derselben, der Solano-Stearinsäure gebildet werden könne, indem diese genau die Elemente von 1 Atom caprinsaurem Amyloxyd enthalte. Bei mit Zusatz dieses Fettes gemachten geeigneten Gährungsversuchen reiner Zuckerlösungen war aber die Bildung von Fuselöl nicht zu bemerken, und ein solches im Destillate auch nicht nachzuweisen.

Die Kartoffeln bestehen daher der Hauptsache nach aus Stärkmehl, Zellenstoff und wässerigem Saft. Die erstern zwei sind specifisch schwerer als Wasser, ebenso wie die Bestandtheile, welche in dem Safte enthalten sind; neben dem Wasser macht das Stärkmehl den Hauptbestandtheil derselben aus. Den Rückstand, welcher nach dem Trocknen der zerkleinerten Kartoffeln an der Luft bei der gewöhnlichen mittleren Temperatur erhalten wird, nennt man die Trockensubstanz der Kartoffeln. Je mehr also eine Kartoffelsorte Trockensubstanz und in dieser Stärkmehl enthält, desto größer muß ihre specifische Schwere sein; und da dieß sichergestellt ist, so läßt sich daraus mit Hilfe gewisser Factoren oder Multiplicatoren, welche Berg und Lüdersdorff aus zahlreichen Versuchen für gewisse Reihen oder Differenzen in den specifischen Schweren der Kartoffeln gefunden haben, sowohl der Procentgehalt der Kartoffeln an luftrockener Substanz als auch jener an Stärkmehl bestimmen. Da ich durch vergleichende Controlsversuche die von Berg und Lüdersdorff hierzu angegebenen Zahlen annähernd richtig

befunden habe — denn auf absolute Genauigkeit können sie keinen Anspruch machen —, so führe ich sie auf folgender Tabelle mit den nöthigen Verbesserungen hier an, weil diese Methode ein einfaches Mittel gewährt, die Kartoffeln vergleichsweise zu prüfen und ihren Gehalt an Stärkmehl und Trockensubstanz annähernd zu bestimmen. Die Differenz beträgt selten mehr als 0.5 pCt. gegen den Trocknungsversuch. Ich habe diesen Zahlen noch Factoren zur Bestimmung der Ausbeute an aus ausgelaugten Kartoffelschnitten erzeugtem Kartoffelmehl beigefügt, welche sich durchgehends um die Zahl 2 höher stellen, als die für das Stärkmehl.

So kann man einzelne Kartoffeln prüfen. Um eine zur Beurtheilung der Qualität der Kartoffeln brauchbare mittlere specifische Schwere derselben zu erhalten, ist es nothwendig, diese von einer größern Menge in einem Netze oder in einem Drahtkorbe befindlicher gemengter (größerer und kleinerer) Kartoffeln zu bestimmen. Zu dieser Bestimmung bei einzelnen Knollen dient die Wage des sacharometrischen Apparats; den Knollen spießt man an eine mit einem Öhr versehene Nadel von dünnem Drahte und wägt ihn so in der Luft und im Wasser. Er muß frei von Erde und trocken sein. Beim Wägen einer größern Menge verfährt man am Besten auf folgende Art:

Zu einer guten Krämerwage, deren Wagebalken wenigstens zwei Fuß lang ist, und die auf einem Gestelle etwa 3 Fuß hoch aufgehängt ist, so daß der Wagebalken 2 Fuß über dem Boden oder besser über einer Tischplatte ruht, läßt man sich eine besondere Wagschale von Messingdrahtgeflechte machen, welche aus zwei über einander befindlichen korbähnlichen Abtheilungen besteht, die mittelst eines stärkeren Drahtes an einanderhängen. Davon ist der obere Drathkorb zum Wägen der Kartoffeln in der Luft, der untere Drathkorb zum Wägen der Kartoffeln im Wasser bestimmt. Jeder dieser Drahtkörbe ist so groß, daß er 10 Pfund Kartoffeln fassen kann, wozu ein Durchmesser derselben von 10 Zoll bei einer Höhe von 6½ Zoll genügt.

In ein hinreichend weites Holzgefäß (von etwa 15 Zoll Durchmesser) und von einer Höhe, daß der untere Drahtkorb darin vollkommen Raum hat, (etwa 12 Zoll tief) wird so viel Wasser gebracht, daß der untere Drathkorb beim Gleichgewicht

der Wage vollkommen untertaucht, und etwa 1 Zoll über dem Boden der Holzgefäße steht.

In diesem Stande, wobei der untere Korb sich im Wasser befindet, dessen Temp. = 14° R. wird die Wage genau ausgeglichen, und es ist dieselbe nun so vorgerichtet, daß sie unmittelbar zur Prüfung der Kartoffeln auf ihre specifische Schwere verwendet werden kann.

Zu dem Ende stellt man ein 10 Pfd. Gewicht auf die Wagschale und bringt von den vorher durch Waschen gereinigten und hierauf abgetrockneten Kartoffeln so viel in den oberen Drahtkorb, bis diese genau jene 10 Pfund wägen, welches Gewicht man wegen der sehr verschiedenen Größe und Schwere der Kartoffeln sehr leicht genau herstellen, sich aber außerdem auch mit Zerschneiden eines Knollens dabei helfen kann.

Damit ist das absolute Gewicht der Kartoffeln bestimmt, welches, wie zu sehen, hier ein immer constantes von 10 Pfd. sein soll. Es ist dieß zur Erleichterung der folgenden Berechnungen sehr nützlich.

Hierauf werden die Kartoffeln nach einander aus dem oberen Drahtkorbe herausgenommen, und in den unteren Drahtkorb ins Wasser herablassen, was sich sehr leicht ausführen läßt. Ist dieß geschehen, so nimmt man das Zehnpfund-Gewicht von der Wagschaale hinweg, und legt so viel kleinere Gewichte auf dieselbe, bis wieder Gleichgewicht hergestellt ist. Dieses kleinere Gewicht z. B. 1 ℔ 2 Loth ist das Gewicht der Kartoffeln im Wasser, und subtrahirt man dasselbe von dem Gewichte der Kartoffeln in der Luft = 10 ℔, so ergiebt sich daraus das absolute Gewicht jener Wassermenge, welche ein den Kartoffeln gleiches Volumen hat, hier = 10 ℔ — 1 ℔ 2 Loth, = 8 ℔ 30 Loth.

Dividirt man nun das absolute Gewicht der Kartoffeln = 10 ℔ mit dem absoluten Gewicht der Wassermenge, welche ein den Kartoffeln gleiches Volumen hat, hier

$$= 8 \text{ ℔ } 30 \text{ Loth}, = \frac{10 \text{ ℔}}{8 \text{ ℔ } 30 \text{ Loth}} = \frac{320 \text{ Loth}}{286 \text{ Loth}} = 1.118,$$

so erhält man als Quotienten die Zahl, welche die specifische Schwere der geprüften Kartoffeln ausdrückt.

Tabelle

zur Bestimmung des Gehaltes der Kartoffeln an Stärkmehl und Trocken-Substanz aus ihrer specifischen Schwere mit Hilfe von Multiplicatoren:

I. zur Berechnung der Trockensubstanz, **II.** des Stärkmehlgehaltes, **III.** der Ausbeute an Kartoffelmehl.

16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	I.
1.060 bis 1.064	1·065 bis 1.069	1.070 bis 1.074	1.075 bis 1.079	1.080 bis 1.084	1.085 bis 1.089	1.090 bis 1.094	1.095 bis 1.099	1.100 bis 1.104	1.105 bis 1.109	1.110 bis 1.114	1.115 bis 1·119	1.120 bis 1.124	1.125 bis 1.129	
9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	II.
11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	III.

Die 14 Spalten dieser Tabelle enthalten die Differenzen in den vorkommenden specifischen Schweren der Kartoffeln mit den ihnen zukommenden Multiplicatoren, wobei man die gefundene, zwischen den angegebenen Grenzen liegende specifische Schwere der Kartoffeln mit denselben multiplicirt.

Kommen specifische Schweren der Kartoffeln vor, welche innerhalb der beiden, um 0.005 entfernten Grenzen derselben liegen, so ist der jeweilige Multiplicator um die proportionalen Decimalen nämlich für je 0,001 in der specifischen Schwere um 0.2 zu vergrößern, wie folgende Beispiele zeigen werden.

Die specifische Schwere eines Kartoffels sei = 1.115, so ist nach der vorstehenden Tabelle sein Gehalt an Trockensubstanz = 1.115 × 27 = 30.10 pCt.; ein anderer Kartoffel habe eine specifische Schwere = 1.118, mithin um 0.003 größer, so muß der Multiplicator um 0.6 vergrößert werden, weil der letztere für jedes 0.001 in der specifischen Schwere mehr um 0.2 größer wird, und sein Trockengehalt ist demnach = 1.118 × 27.6 = 30.85 pCt.

Auf analoge Weise wird der Stärkmehlgehalt mit den zugehörigen Factoren berechnet. Die vorstehende Tabelle ist nämlich auf ein nahe gleichförmiges Zunehmen der specifischen Schwere mit der Qualität basirt.

Die praktische Wichtigkeit einer solchen Prüfung der Kartoffeln mag aus folgendem, mir im Frühjahre 1842 vorgekommenem Falle hervorgehen. In einer großen Branntweinbrennerei in Böhmen, welche täglich 200 Metzen = 160 Centner Kartoffeln verarbeitet, geschah es im Frühjahre 1842, daß, als man eine andere aufbewahrte Sorte Kartoffeln, die wir mit B. bezeichnen wollen, zu verarbeiten anfing, die Ausbeuten an Weingeist sich sogleich bedeutend niedriger stellten. Das Sacharometer zeigte allerdings eine etwas geringere Concentration der Meischwürze an; allein man war nicht überzeugt, ob dieß nicht etwa von einem Fehler im Meischverfahren herrühre. Man sandte mir daher von der ältern Kartoffelsorte (A) und von der neu in Verwendung genommenen (B) Proben zur vergleichenden Prüfung auf ihren Gehalt an Trockensubstanz und Stärkmehl. Diese Prüfung machte ich nach Berg's und Lüdersdorff's Methode, verband sie aber zugleich mit Trocknungsversuchen, einestheils um zu ersehen, ob die aus der specifischen Schwere der Kartoffeln berechneten Resultate richtig, andern-

theils aber auch, um zu erfahren, ob die Methode und die Zahlen von Berg und Lüdersdorff dazu wirklich praktisch brauchbar seien, wodurch eben die von mir corrigirten Zahlen entstanden sind. Die dabei erhaltenen Resultate finden sich in der folgenden Tabelle zusammengestellt und die untersuchten Kartoffelknollen dabei nach ihrer Schwere (Größe) geordnet.

Absolut. Schwere der Kartoffeln	Specif. Schwere der Kartoffeln	Multiplicator für die Trocken-Substanz	Multiplicator für das Stärkmehl	Berechnet. Gehalt an Trocken-Substanz in Procenten	Berechnet. Gehalt an Stärmehl in Procenten	Durch Trocknung bestimmtes Gewicht der Trockensubstanz im Ganzen	Durch Trocknung bestimmtes Gewicht der Trockensubstanz in PCt.
W.Gran						W.Gr	
			Kartoffelsorte A.				
398	1.121	28.2	21.2	31.61	23.76	124	31.1
461	1.118	27.6	20.6	30.85	23.03	141	30.5
813	1.115	27	20	30.10	22.30	240	29.5
885	1.116	27.2	20.2	30.35	22.54	260	29.3
898	1.086	21.2	14.2	23.02	15.42	224	24.9
917	1.126	29.2	22.2	32.87	24.99	299	32.5
1374	1.117	27.4	20.4	30.60	22.78	412	30.0
1487	1.103	24.6	17.6	27.13	19.41	415	27.9
1533	1.123	28.6	21.6	32.11	24.25	469	30.6
1993	1.109	25.8	18.8	28.61	20.85	578	29.0
2303	1.107	25.4	18.4	28.11	20.37	651	28.2
4374	1.117	27.4	20.4	30.60	22.78	1350	30.8
			Kartoffelsorte B.				
362	1.093	22.6	15.6	24.70	17.05	90	24.8
431	1.088	21.6	14.6	23.50	15.88	100	23.2
746	1.115	27	20	30.10	22.30	226	30.2
1401	1.110	26	19	28.86	21.09	402	28.6
2109	1.101	24.2	17.2	26.64	18.93	572	27.10
2229	1.101	—	—	26.64	18.93	597	26.70
4225	1.101	—	—	26.64	18.93	1083	25.60

Bis auf wenige Ausnahmen stimmen hierbei die Resultate der Rechnung mit denen der Erfahrung so ziemlich überein, und erweisen sich demnach als geeignet, über die Qualität der ver-

arbeiteten Kartoffeln zu entscheiden. Um daher eine durchschnittliche Qualitätsbestimmung der Kartoffeln zu machen, wurden von jeder Sorte 21 ℔ (kleine und große durch einander) genommen und deren specifische Schwere ermittelt. Es zeigte sich bei der Sorte **A.** = 1.114, wornach sich der Trockengehalt der Kartoffeln auf 1.114 × 26 = 29.85 pCt. berechnet. Die Kartoffelsorte **B.** hatte eine specifische Schwere = 1.106, wornach deren Trockengehalt = 1.106 × 25.2 = 27.86 pCt. beträgt. Die Kartoffelsorte **A.** ist daher in der Trockensubstanz um 2 pCt. besser als die Sorte **B.**; aus 100 ℔ der erstern kann nahe 4/5 ℔ mehr Alkohol erfolgen, und dieß erklärt hinreichend die über die geringere Ausbeute gemachten Beobachtungen.

Für jene, welchen die vorzunehmende Multiplication der gefundenen specifischen Schweren mit den ihnen entsprechenden Multiplicatoren unbequem sein möchte, habe ich die Tabelle **X** berechnet, worin die Gehalte der Kartoffeln an Trockensubstanz und Stärkmehl, welche einer jeden specifischen Schwere derselben von 1,060 beginnend und um je 0,001 zunehmend bis 1,131 zukommen, zusammengestellt sind, so daß man darin, auch ohne Rechnung die gesuchten Resultate sogleich finden kann, wodurch diese Prüfungsart der Kartoffeln wesentlich erleichtert wird. Hiernach würden die geprüften Kartoffeln (S. 302) nach Tabelle **X** 23,03 pCt.: Stärkmehl und 30,85 pCt. Trockensubstanz enthalten, mit dem Vorigen übereinstimmend.

Allein Manchen möchte auch diese Erleichterung nicht genügen, weil dazu noch die specifischen Schweren der Kartoffeln durch Rechnung zu ermitteln sind. Für diese habe ich eine zweite Tabelle berechnet, worin der Gehalt der Kartoffeln an Trockensubstanz und Stärkmehl angegeben ist, welcher i h r e m G e w i c h t e im W a s s e r entspricht, vorausgesetzt, daß zur Wägung immer genau 10 Pfund Kartoffeln angewendet werden, und dann ist nur die Wägung der Kartoffeln in der Luft und im Wasser vorzunehmen, um ihr Gewicht im Wasser zu finden, und daraus unmittelbar in Tabelle **XI** die gesuchten Resultate zu erfahren. Auf diese Weise erleichtert dürfte nun der häufigeren Anwendung dieser Prüfungsmethode der Kartoffeln im Großen kein Hinderniß mehr im Wege stehen.

Es genügt dabei, wenn die Abwage bis auf Quentchen fortgesetzt wird, weil dieß nahe 0,001 der ganzen Kartoffelmasse von 10 ℔ = 320 Loth = 1280 Quentchen entspricht.

Eine Kartoffelmasse von 10 Pfund Schwere in der Luft gewogen, wäge im Wasser 30 Loth 2 Quentchen, so enthält sie nach Tabelle XI 19.97 pCt. Stärkmehl und 27.71 pCt. Trockensubstanz.

Bei der Verwendung von je 10 Pfd. Kartoffeln, wozu 80 bis 100 Kartoffelknollen nothwendig sind, wird man jedenfalls schon eine mittlere specifische Schwere derselben erhalten, mithin den durchschnittlichen Gehalt der Kartoffeln an Stärkmehl und Trockensubstanz kennen lernen. Will man jedoch diesen mittleren Gehalt der Kartoffeln mit noch größerer Zuverlässigkeit erfahren, so wird es nothwendig, dazu ein größeres Quantum, 20, 30, u. s. w. bis 100 Pfd. Kartoffeln zu verwenden, man wird dafür aber auch größere Wagen verbunden mit der entsprechenden analogen Einrichtung gebrauchen müssen. Was in diesem Falle die Benützung der Tabelle XI betrifft, so ist nur nothwendig, das gefundene Gewicht der Kartoffeln im Wasser mit demselben Factor, um welchen man das Gewicht der zur Wägung verwendeten Kartoffeln vermehrt hat, z. B. bei 2mal 10 = 20 Pfd. Kartoffeln mit 2, bei 5mal 10 = 50 Pfd. Kartoffeln mit 5 bei 10mal 10 = 1000 Pfd. Kartoffeln mit 10 u. s. w. zu dividiren, und dann gibt die Tabelle XI den gesuchten Gehalt der Kartoffeln mit derselben Genauigkeit an.

Der auf diese Weise ermittelte Trockengehalt der Kartoffeln ist zuverlässiger als der Stärkmehlgehalt, weil die Erfahrung lehret, daß der Saft in den Kartoffeln eine verschiedene Dichte von 1,020 bis 1,032 besitzt, wodurch wenn der Saft specifisch schwerer, der Gehalt an Tockensubstanz größer ausfällt, ohne daß der Stärkmehlgehalt in gleichem Verhältnisse zunimmt. Weil es jedoch bei derlei Prüfungen der Kartoffeln auf absolute Genauigkeit nicht ankömmt, kann man mit den auf vorstehende Art gewonnenen Resultaten gleichwohl zufrieden sein, weil sie dem praktischen Bedürfnisse genügen.

In der neueren Zeit haben mehrfache Bestrebungen statt gefunden, diese Prüfungsweise theils auf eine sicherere Basis zu gründen theils sie zu erleichtern. J. J. Pohl in Wien hat in der ersteren Richtung zu wirken gesucht, mehrere Kartoffeln auf ihre specif. Schweren so wie auf ihre Gehalte an Stärkmehl und Trockensubstanz geprüft, daraus die Relation erfolgert, in welchem erstere zu letzterem stehen, und sie in einer Tabelle zusammengestellt. (Sitzungsberichte der mathematisch naturwissenschaftlichen Classe der kais. Akademie der Wissenschaften

in Wien, Jänerheft 1852.) Er findet die Differenz im Gehalte der Kartoffeln sowohl an Stärkmehl als an Trockensubstanz für je 0.001 specifischer Schwere = 0.244 und 0.246 im Mittel = 0.245, und diesen Gehalt mit der specifischen Schwere ganz gleichartig zunehmend, dann den Unterschied in der Größe der beiden Factoren für den Gehalt an Trockensubstanz und Stärkmehl = 7.5, um welchen der erstere größer ist als der letztere.

Die daraus hervorgehende Tabelle von Pohl stimmt mit der von mir berechneten in den mittleren specifischen Schweren ziemlich genau überein, und weicht davon bis zu den äußersten Grenzen nur um 0.5% ab, so daß ich eine wesentliche Verschiedenheit beider nicht herauszufinden vermag. Ich habe deßhalb auch nicht Veranlassung, von meiner Tabelle abzugehen, und überlasse es dem betreffenden Publicum jene zu wählen, welche es für die richtigere erachten möchte. Bei meiner Tabelle stellt sich von den kleineren zu den größeren specifischen Schweren übergehend keine ganz gleiche — sondern eine etwas steigende Differenz von 0.22 bis 0.26 in den Gehalten an Stärkmehl und Trockensstbstanz für je 0.001 specifische Schwere heraus, ein Verhältniß, welches dem mathematischen Naturgesetze mehr zu entsprechen scheint, und der Unterschied im Werthe der Factoren für den Stärkmehl- und Trockengehalt schon von Berg und Lüddersdorf auf = 7 bestimmt, ist von mir beibehalten worden, weil die so berechneten Stärkmehlgehalte mit den Extractgehalten der aus den Kartoffeln erzeugten Meischwürzen sehr gut übereinstimmen.

Schulze und Fresenius wenden zur Bestimmung der mittleren specifischen Schwere der Kartoffeln eine starke Kochsalzlösung an, in welche sie die gewaschenen Kartoffeln bringen und dann in kleinen Portionen so viel Wasser zusetzen, bis die Hälfte der Kartoffeln zu Boden gesunken, die andere in der Flüssigkeit oben geblieben ist. Die specifische Schwere der Kochsalzlösung, die mit einem Aräometer zu erproben sei, soll nun auch die mittlere specifische Schwere der Kartoffeln repräsentiren.

In Bezug auf Richtigkeit des Resultats muß diese Methode der directen Wägung jedenfalls nachstehen, Stöckhardt hat eine ähnliche Methode zur Bestimmung der Qualität der Kartoffeln beschrieben und angewendet. Er fand, daß wenn die Kartoffeln in Stücke zerschnitten werden, die specifischen Schweren derselben verschieden sind nach dem Stocke zu, in der Mitte und

nach unten. Es zeigt sich aber keine Gesetzmäßigkeit darin. Werden dieselben dagegen vom Centrum aus gegen die Peripherie zertheilt, so scheint hervorzugehen, daß das Centrum die geringste, und das Randstück ohne Schale die größte Dichte hat, woraus geschlossen werden kann, daß das Zellgewebe in den äußeren Theilen der Kartoffelknollen dichter sei, und daß sich darin wahrscheinlich auch mehr Stärkmehl abgelagert finde.

Auf die zymotechnische Benützung der Kartoffeln nehmen diese letzteren Ermittelungen keinen Einfluß.

Den sichersten Aufschluß über die Qualität der Kartoffeln gibt die Trocknung derselben und die Ermittlung ihrer Ausgiebigkeit durch Auflösung des Stärkmehls der getrockneten Kartoffeln zur klaren Würze.

Zur Trocknung werden die zu prüfenden Kartoffeln in dünne Scheiben zerschnitten, auf einigen über einander gelegten Bogen Fließpapier ausgebreitet, an der trockenen Luft bei der mittleren Temperatur von circa 15° R. so lange liegen gelassen, bis sie nichts mehr am Gewichte verlieren, dabei so hart und spröde geworden sind, daß sie sich leicht zerbrechen lassen, und hierauf gewogen. So erfährt man den Gehalt der Kartoffeln an Trockensubstanz unmittelbar. Mit größeren Mengen läßt sich aber dieses Verfahren nicht wohl ausführen.

Zur Ermittlung ihrer Ausgiebigkeit, beziehungsweise ihres Stärkmehlgehaltes bereite man sich aus Schrot von gutem Gerstenmalz mit dem 5fachen Gewicht Wasser ein klares Infusum von etwa 40° R. Temp., bestimme sein absolutes Gewicht und seine Dichte — letztere mit dem Tausendgranfläschchen bei 14° R. Temp. — bringe dann eine gewogene dem angewendeten Malzschrote gleiche Menge der ganz fein zerstoßenen oder gemahlenen Trockensubstanz in das Malzinfusum, und erwärme es damit langsam steigend und unter Umrühren bis 60° R., wobei man die Masse etwa 1 Stunde zu erhalten sucht. Man kühlt nun schnell ab, bringt die Masse durch Ersatz des verdampften Wassers auf das vor der Erwärmung bestandene Gewicht des Malzinfusums + der zugesetzten gemahlenen Trockensubstanz zurück und prüft nun die klare Flüssigkeit, worin sich das Stärkmehl aus der Trockensubstanz zu Gummi und Zucker aufgelöst findet, wieder bei 14° R. Temp. mit dem Tausendgranfläschchen auf seine specifische Schwere, woraus sich die Sacharometer-Anzeige der Flüssigkeit und ihre Zunahme gegen jene des Malzinfusums

ergibt. Hat man nun durch einen Vorversuch ausgemittelt, welche Zunahme der Sacchorometer-Anzeige unter gleichen Umständen ein der Trockensubstanz gleiches Gewicht lufttrockenen reinen Kartoffelstärkmehls bewirkt, so kann man daraus durch Vergleichungsrechnung den Stärkmehlgehalt der Trockensubstanz und auf die rohen Kartoffeln bezogen, auch jenen dieser finden, ein Verfahren, das ich zur Controle der von mir aufgestellten Stärkmehlfactoren in Anwendung gebracht habe, und welches sich zugleich als ein sehr eleganter Versuch darstellt.

Die öfters wiederholte Prüfung der Kartoffeln auf ihren Gehalt an Trockensubstanz und Stärkmehl ist nicht nur für den Zymotechniker, sondern auch für den Landwirth, welcher sie cultivirt von großer Bedeutung.

In allen Fällen wird der Werth der Kartoffeln von ihrem Stärkmehlgehalt bedingt. Der Zymotechniker kauft und verarbeitet eigentlich nur das Stärkmehl in den Kartoffeln; für stärkmehlreichere Kartoffeln kann er einen höhern Preis bezahlen als für stärkmehlarme. Aus ersteren wird er eine größere Branntwein-Ausbeute zu erzielen vermögen, als aus letzteren. Der Landwirth producirt ebenfalls eigentlich nur Stärkmehl in den Kartoffeln. Es ist für ihn nicht einerlei, ob er vom Metzen Landes 3000 Pfd. Kartoffeln von 20 pCt. oder nur von 15 pCt. Stärkmehlgehalt erntet, denn im ersten Falle hat er 600 Pfd., im letzteren nur 450 Pfd. Stärkmehl gewonnen; letztere Kartoffeln haben im Verhältnisse ihres geringeren Stärkmehlgehaltes weniger Werth.

Als Samenknollen zur Fortpflanzung sollten nur Kartoffeln von größerem Stärkmehlgehalte, mithin von der besten Qualität verwendet werden.

Der Stärkmehlerzeuger und Stärkmehlsirupfabrikant werden jedenfalls auch stärkmehlreichere Kartoffeln zur Verarbeitnng vorziehen, und den Preis, welchen sie dafür zahlen können, bei rationellem Vorgange nach dem Stärkmehlgehalte derselben regeln müssen.

Man beurtheilt die Qualität der Kartoffeln zwar jedesmal nach gewissen äußeren Kennzeichen; allein diese sind nicht immer hinreichend verläßlich, und es ist deßhalb zu wünschen, daß die rationelle Prüfung derselben durch Ermittlung ihrer specifischen Schwere allgemeiner in Anwendung kommen möchte, als dieß bisher der Fall ist. Die guten Folgen dieser öfteren Prüfung würden gewiß nicht ausbleiben.

Dagegen haben die Kartoffeln als plastisches Nahrungsmittel weniger Werth. Dieser wird vorzüglich durch den Gehalt an stickstoffhaltigen Bestandtheilen in den Kartoffeln durch den Albumingehalt bestimmt, welcher im Mittel 1 Procent vom Gewichte der Kartoffeln beträgt. Liefern 400 Pfd. frische Kartoffeln 100 Pfd. Trockensubstanz, so sind im letzteren 4 Pfd. Albumin enthalten. Der Weizen dagegen enthält circa 13 Pfd., der Roggen über 12 Pfd., die Gerste bis 4 Pfd. stickstoffhaltige Bestandtheile, Kleber und Albumin.

Indessen drücken diese Zahlen, wonach 100 Pfd. Trockensubstanz der Kartofleln mit 100 Pfd. Gerste, dann circa 33 Pfd. Roggen oder Weizen sich vergleichen würden, das gegenseitige Verhältniß der Ernährungsfähigkeit nicht richtig aus, weil dieses noch von der Assimilbarkeit dieser stickstoffhaltigen Bestandtheile bedingt ist, und darüber bisher keine genügende Erfahrungen vorliegen. Auch nimmt das Verhältniß der plastischen Nahrungsmitteln zu den Respirationsmitteln in denselben darauf Einfluß, Gegenstände, deren Behandlung nicht hieher gehört.

Neuerlich wurde eine Anleitung gegeben, die Trockensubstanz der Kartoffeln dadurch zu bestimmen, daß man dieselben in dünne Scheiben zerschnitten, auf einem Bogen Papier ausgebreitet, auf dem heißen Dampfkessel der Brennerei schnell trocknet. Dieses Verfahren ist durchaus fehlerhaft und führt zu falschen Resultaten und Folgerungen. Man kann dabei nämlich nicht verhüten, daß die Kartoffelscheiben an ihrer untern Fläche so heiß werden, daß sich das Stärkmehl daselbst verkleistert. Der Stärkmehlkleister hält aber im getrockneten spröden Zustande eine gewisse größere Quantität Wasser zurück als das lufttrockene Stärkmehl; so getrocknete Kartoffelschnitte fallen daher schwerer aus und zeigen s c h e i n b a r einen größern Gehalt an Trockensubstanz und Stärkmehl an, als darin wirklich enthalten ist. Ein Kartoffel nämlich, dessen Gehalt an lufttrockener Substanz 29 pCt. war, gab, zur Hälfte gekocht und getrocknet, 35 pCt. derselben an, welche Vermehrung offenbar nur von einer Wasseraufnahme herrührt. Auch die Trocknung bei verschiedenen Temperaturen gibt ein verschiedenes, bei zunehmender Temperatur kleineres Gewicht, weßhalb billigerweise bei solchen Angaben die Temperatur mitbezeichnet werden sollte, bei welcher die Trocknung geschehen war; denn sonst wird man sich nie hierüber zu verständigen im Stande sein.

Über die Austrocknung, welche die Kartoffeln, nachdem sie gereinigt und auf einer Tenne übertrocknet worden, bei der Aufbewahrung erleiden, wurden Versuche angestellt und in der „Allgemeinen Zeitung für die deutschen Land- und Forstwirthe", 1845, Nr. 35, die dabei erhaltenen Resultate bekannt gemacht.

100 ℔ in einem Kellerraum aufbewahrte Kartoffeln verloren von Ende October an durch Austrocknung an Gewicht:

		Von Monat zu Monat
bis Ende November . . .	— ℔ 17 Loth.	— ℔ 17 Lth.
„ „ December . . .	3 „ 4 „	2 „ 19 „
„ „ Jänner	4 „ 4 „	1 „ — „
„ „ Februar	5 „ 16 „	1 „ 12 „
„ „ März	6 „ 18 „	1 „ 2 „
„ „ April	8 „ — „	1 „ 14 „
„ „ Mai (stark gekeimt)	10 „ — „	2 „ — „
„ „ Juni (welk) . .	17 „ — „	7 „ — „

In großen Haufen oder in höhern Schichten aufbewahrt, würde jedoch die Austrocknung nicht so stark gewesen sein. In Bezug auf die Verkleinerung des Volumens bei der Austrocknung wurden keine Beobachtungen gemacht. Aus diesen nur einzeln da stehenden Versuchen lassen sich noch keine weitere giltige Folgerungen ziehen.

Die Kartoffeln ertragen eine Temperatur von mehreren Graden unter 0, bevor sie gefrieren. Ursache davon ist der Umstand, daß der Saft derselben gewisse Stoffe aufgelöst enthält, welche seine Dichte erhöhen und das Gefrieren derselben erschweren. Manchmal trifft es sich dennoch, daß die Kartoffeln bei stärkerem Froste gefrieren. Dabei werden, indem sich das aus dem Wasser des Saftes bildende Eis ausdehnt, die Zellen zersprengt, die Zellenwände zerreißen und dadurch die organische Structur der Kartoffeln zerstört. Sie verlieren dadurch ihre Lebens- oder Vegetationskraft, und wenn sie aufthauen, gehen sie bald in Fäulniß über, weßhalb man sie nach dem Aufthauen schnell verarbeiten muß. Will man sie vor ihrer Verarbeitung zum Brantweinbrennen nicht aufthauen lassen, so erfordert das Garkochen derselben etwa 50 pCt. mehr Dampf und einen in gleichem Verhältnisse größeren Zeitaufwand.

Man hat beobachtet, daß sie öfters mehr Branntwein und bei ihrer Verwendung zur Stärkmehlerzeugung mehr Stärkmehl geben, was sich daraus erklärt, daß durch das Zerreißen des

fleischigen Zellgewebes das Stärkmehl mehr blosgelegt wird, und deshalb vollständiger gewonnen oder aufgelöset werden kann.

Wenn die Kartoffeln im Frühjahre bereits gekeimt haben, enthalten sie schon weniger Stärkmehl, weil ein Theil desselben mit zur Bildung der Keimfäden verwendet worden ist. Verarbeitet geben sie daher sowohl eine geringere Stärkmehl- als auch Branntwein- Ausbeute. In den Keimfäden ist ein eigener nicht flüchtiger, an die Pflanzenalkaloide sich anschließender Stoff enthalten, der einen bitteren, eckelerregenden kratzenden Geschmack besitzt. Man nannte ihn Solanin.

Wenn man solche gekeimte Kartoffeln mit den Keimfäden und ohne diese abzusondern zur Branntwein-Erzeugung verarbeitet, so erhält man eine Meische, welche während der Gährung einen eigenen stechenden Geruch verbreitet, und beim Abtriebe ein Destillat liefert, welches denselben stechenden die Augen reizenden Geruch zeigt. Es ist noch nicht ermittelt, ob dieser flüchtige Körper schon in den Keimfäden der Kartoffeln enthalten ist, oder ob er sich erst bei der Gährung bildet und ob das Solanin an der Bildung desselben einen Antheil hat. Eben so ist es noch nicht gelungen, ihn aus dem Branntwein oder Weingeist zu isoliren. Beim längeren Lagern desselben verliert sich dieser Geruch.

Vor dem Verarbeiten solcher ausgewachsener Kartoffeln sollen daher die Keimfäden von denselben erst abgesondert werden.

Payen hat durch Auffangen und Condensation der Dämpfe, welche sich beim Kochen des Kartoffelstärkmehls mit verdünnter Schwefelsäure entwickeln, nachgewiesen, daß in dem Kartoffelstärkmehl ein eigenthümliches flüchtiges Öl präexistire, welches ihm den eigenen Geruch ertheilt, so daß hieraus unmittelbar das Fuselöl im Branntwein herrühren kann, und die Bildung des letztern durch den Gährproceß noch keineswegs erwiesen sei. (Comptes rendus, Sept. 1846.)

Gekochte Kartoffeln.

Behufs ihrer weitern Verarbeitung zur Branntweinerzeugung werden die Kartoffeln gekocht. Ältere und neuere Versuche, solche gekochte Kartoffeln mit Gerstenmalz einzumeischen und die erhaltene süße Flüssigkeit zur Biererzeugung zu verwenden, ha-

ben kein wohlschmeckendes brauchbares Product geliefert. In älterer Zeit kochte man die Kartoffeln im Wasser; gegenwärtig kocht man sie allgemein mit Wasserdampf. Das Kochen derselben erfolgt mit Dampf schneller; sie saugen dabei kein Wasser auf und bleiben mehliger.

Durch das Kochen mit Wasserdampf verlieren die Kartoffeln etwas am Gewichte, was der theilweisen Entsaftung zuzuschreiben ist, welche sie dabei erleiden. Das abfließende condensirte Wasser ist Anfangs braun, später gelb gefärbt; endlich fließt es farblos ab. Abgekühlt zeigt es eine größere Dichte als Wasser; es hat mithin aus der Oberfläche der Kartoffeln etwas Saft aufgenommen.

Nach Fritsche's mikroskopischen Beobachtungen saugen die Stärkmehlkörner der Kartoffeln, indem sie beim Kochen anschwellen und sich in Kleister verwandeln, alle in den Zellen befindliche Flüssigkeit auf und nehmen nun den ganzen Raum der Zelle ein. Da aber das im Safte gelöste Albumin ungefähr bei derselben Temperatur gerinnt, wobei das Stärkmehl sich in Kleister verwandelt, so kann das Albumin nur zum geringen Theil mit aufgesogen werden; es wird von den sich ausdehnenden Stärkmehlkörnern auf den möglich kleinsten Raum zusammengedrängt und erscheint als unregelmäßige Fäden, welche zwischen den aufgequollenen Körnern liegen. Ist alle in den Zellen befindliche Flüssigkeit aufgesogen worden, so nennt man die gekochten Kartoffeln mehlig; ist dieß nur unvollkommen geschehen, so nennt man sie schliefig oder wässerig.

Zur Kochung der Kartoffeln mit Dampf ist nach Gall ein Dampfquantum erforderlich, welches hinreicht, ein dem Inhaltsmaße derselben gleiches Volumen Wasser zum Kochen zu bringen, wobei schon die dabei stattfindenden Wärmeverluste mit eingerechnet sind. Es ist vortheilhaft, das Garkochen der Kartoffeln so schnell als möglich zu bewirken, weil sie dann mehlig ausfallen, sich leichter zerdrücken (zerkleinern) und vollkommener meischen lassen.

Etwas verschieden von den gekochten sind die Kartoffeln im gebratenen Zustande; es verdampft dabei eine beträchtliche Menge Wasser, sie verlieren 16 bis 20 pCt. von ihrem Gewichte. Die Beschaffenheit der innern Substanz der gebratenen Kartoffeln ist der der gekochten ähnlich, nur ist sie mehliger und trockener; sie besitzen einen eigenen angenehmen Geruch. Außer zum Ge-

nuße wird von den gebratenen Kartoffeln bis jetzt kein (technischer) Gebrauch gemacht. Im gemahlenen oder zerkleinerten Zustande lassen sie sich aber mit Gerstenmalz recht gut einmeischen; auch liefern sie getrocknet und gemahlen ein brauchbares Mehl. Beim Kochen dringt das Wasser nicht in das Innere der Kartoffeln ein, denn im schwefelsauren Wasser gekocht, nehmen sie davon keinen Geschmack an.

Mehl aus gekochten Kartoffeln.

Wenn man die gereinigten, mit Dampf gar gekochten Kartoffeln im ungeschälten (besser im Kleinen im geschälten) Zustande zerkleinert, zerdrückt oder auf Reibeisen zerreibt, an der Luft und Sonne, im Kleinen in ländlichen Haushaltungen in geheizten Stuben oder an mäßig warmen Stellen der Heizöfen im Winter trocknet und hierauf wie Getreide zu Mehl vermahlt, so erhält man ein gelbliches Mehl, welches circa 3 pCt. seines Gewichtes geronnenes Albumin enthält, und in Gemeinschaft mit Getreidemehl verarbeitet, ein gutes, nahrhaftes, wohlschmekkendes Brot liefert.

Gekochte, geschälte und zerriebene Kartoffeln werden schon an vielen Orten der Brotteige zugesetzt. Die Bereitung von trockenem Kartoffelmehl dieser Art gestattet eine längere Aufbewahrung und die Versendung desselben. 100 Gewichtstheile gekochte, zerriebene Kartoffelmasse gab 38 pCt. lufttrockene und 33 pCt. bei 80° R. getrocknete Kartoffelsubstanz.

Zur Biererzeugung ist dieses Mehl untauglich, weil das damit erzeugte Bier von den in dasselbe aus dem Mehl gelangenden Bestandtheilen des Kartoffelsaftes einen sehr unangenehmen Geschmack erhält. Zur Branntweinerzeugung aber wäre es anwendbar. Die Schalen werden beim Mahlen als Kleie abgeschieden.

Das Kartoffelstärkmehl.

Das Stärkmehl wird aus den Kartoffeln gewonnen, indem man dieselben durch Waschen (wozu eigene Waschmaschinen) von der anhängenden Erde reinigt, zu feinem Brei zerreibt, wozu

im Großen am besten Reibemaschinen verwendet werden, welche gleich denen construirt sind, die man zum Zerreiben der Runkelrüben im Gebrauche hat, und diesen Kartoffelbrei mittelst eigener Siebmaschinen im Wasser auswäscht. Die feinen Stärkmehlkörner gehen durch das Messingdrahtsieb hindurch und der noch stärkmehlhaltige Zellenstoff der Kartoffeln bleibt in dem Siebe zurück. Aus dem Wasser setzt sich das Stärkmehl ab und wird von dem, den Kartoffelsaft enthaltenden Wasser nach Ablassen desselben durch mehrmaliges Aufrühren mit Portionen frischen Wassers und Sedimentiren des Stärkmehls gereinigt. Es kann nun in diesem nassen, sedimentirten Zustande verwendet oder für die Aufbewahrung und Versendung auch getrocknet werden. Dieß geschieht am besten, auf Hürden dünn ausgebreitet, in einer mittelst sogenannter Luftheizung erwärmten Stube, wobei die feuchte Luft aus derselben ununterbrochen abgeleitet und durch warme, trockene Luft ersetzt wird.

Die Stärkmehlausbeute aus den Kartoffeln hängt ab:

1) von der Sorte, von dem Zustande der Reife und von der Größe der Kartoffeln;

2) vom Boden, von ihrer Cultur und von der während derselben herrschenden Witterung;

3) von der Feinheit des Kartoffelbreies; je vollständiger die Zellen der Kartoffeln beim Zerreiben zerrissen und geöffnet werden, desto vollständiger kann man das Stärkmehl daraus gewinnen;

4) von der Sorgfalt und Aufmerksamkeit, welche dem Geschäfte der Auswaschung des Stärkmehls aus dem Kartoffelbrei in der Siebmaschine zugewendet wird;

5) von der Zeit, in welcher die Kartoffeln hierzu verarbeitet werden, indem sie im Frühjahre schon weniger Stärkmehl enthalten und liefern, als in den Wintermonaten.

Seine Reinheit endlich ist bedingt von der Vollständigkeit der Entfernung des Kartoffelsaftes aus demselben beim Auswaschen mit frischem Wasser.

Zur Verwendung für die Biererzeugung muß das Kartoffel-Stärkmehl sorgfältiger ausgewaschen werden, um allen Kartoffelsaft daraus zu entfernen, welcher dem daraus erzeugten Biere einen unangenehmen Beigeschmack ertheilen würde. Faule und dumpfige Kartoffeln liefern ein dumpfig riechendes Stärkmehl, welches dem daraus erzeugten Biere auch einen dumpfigen Ge-

schmack und Geruch ertheilt, weßhalb die Anwendung eines solchen zur Biererzeugung möglichst zu vermeiden ist. Trocknung solchen Stärkmehls beim Siedepuncte des Wassers zerstört diesen Modergeruch und Geschmack. Ein Zusatz von kaffeebraun geröstetem Malze oder einer größern Menge stark gedarrten Malzes beim Meischen vermindert ihn ebenfalls, und in einem jungen minder vollständig vergohrenen Biere ist er weniger zu bemerken, als in einem alten abgelegenen vollständiger vergohrenen. Am vollständigsten wird jener dumpfige Geruch und Geschmack des Kartoffelstärkmehls entfernt durch Waschen desselben mit Zusatz von etwas Chlorwasser oder Chlorkalklösung.

100 ℔ lufttrockenes, bei 15° R. Temperatur getrocknetes Stärkmehl liefern, mit 100 ℔ Gerstenmalz eingemeischt, 142 ℔ wasserfreies Extract. Da nun 100 ℔ des Gerstenmalzes, für sich eingemeischt, 60 ℔ Extract geben, so bleiben für 100 ℔ Stärkmehl 82 ℔ desselben übrig.

Die Stärkmehlausbeute aus den Kartoffeln beträgt unter guten Umständen 15 pCt. vom Gewichte derselben, und nur unter den günstigsten Verhältnissen und bei dem sorgfältigsten Verfahren hat man es in Frankreich zu einer Durchschnittsausbeute von 18 pCt. Stärkmehl gebracht. Da aber gute Kartoffeln, welche allein angebaut werden sollten, 21⅛ pCt. Stärkmehl enthalten, so entgehen für je 100 ℔ Kartoffeln 6⅛ ℔ desselben der Benützung, indem sie in dem Zellenstoff verbleiben. Nur dadurch, daß dieser stärkmehlhaltige Zellenstoff sowohl im rohen wie im gedämpften, oder noch besser in mit etwas Malz- oder Getreide-Schrot eingemeischtem Zustande ein gutes Vieh- und Mastfutter abgibt und als solches Verwendung findet, kann jener Verlust wieder ausgeglichen werden.

Das Albumin und Salze (den Kartoffelsaft) enthaltende Waschwasser des Kartoffelbreies ist ein vorzügliches Dungmittel und kann als solches verwendet werden, um dem Ackerboden theilweise das wieder zu ersetzen, was ihm durch die Cultur der Kartoffeln entzogen worden.

Das Kartoffel-Stärkmehl kann mit Vortheil als Ersatz eines Theils des Gerstenmalzes bei der Biererzeugung verwendet werden; es kann unter Umständen auch zur Erzeugung von Branntwein, von Hefe und von Essig dienen. Es wird später bewiesen werden, daß 100 ℔ lufttrockenes Kartoffel-Stärkmehl 150 ℔ Gersten-Darrmalz bei der Biererzeugung zu ersetzen im Stande

sind, indem die Verluste an Würze oder nutzbarer Substanz bei derselben größtentheils dem Gerstenmalze zugeschrieben bleiben müssen.

Es läßt sich Jahre lang ohne Veränderung aufbewahren.

Das Kartoffelmehl.

Wenn man die gewaschenen Kartoffeln mittelst einer der bekannten Schneidemaschinen in dünne Scheiben oder Stengelchen zerschneidet und diese in einem Bottich durch Maceration mit kaltem Wasser auslaugt, wobei man zur Beförderung der Durchdringung des Zellengewebes dem Wasser das erste Mal etwas Schwefelsäure 1 bis 2 pCt. vom Gewichte der Kartoffeln zusetzt, welche zugleich die Färbung der Flüssigkeit an der Luft verhindert; wenn man dann nach 24 Stunden die den größten Theil des Kartoffelsaftes enthaltende saure Flüssigkeit abzieht (sie kann mit Kalk neutralisirt ebenfalls als Dungmittel dienen) und die rückständigen Schnitte durch mehrmaligen Aufguß von frischem Wasser und Abzapfen desselben von der ihr anhängenden sauren Flüssigkeit möglichst befreit: so werden die Anfangs steifen Schnitte welk, lassen sich nun leicht trocknen und bleiben dabei vollkommen weiß. Diese trockene Masse enthält bloß das Stärkmehl und den Zellenstoff der Kartoffeln. Sie kann wie Getreide auf Schüttböden aufbewahrt und auf den gewöhnlichen Mahlmühlen zu feinem, weißen Mehl vermahlen werden.

Dieses Kartoffelmehl unterscheidet sich wesentlich von dem aus den gekochten getrockneten Kartoffeln erzeugten. Es enthält das Kartoffel-Stärkmehl im unveränderten lufttrockenen Zustande, während es in dem Mehl der gekochten Kartoffeln als trockener Kleister enthalten ist, wodurch die Stärkmehlkörner ihre organische Structur bereits eingebüßt haben. In dem Mehle aus gekochten Kartoffeln ist noch fast das ganze Albumin und fast der ganze Salzgehalt des Kartoffelsaftes enthalten, welche dem aus den ausgelaugten Schnitten erzeugten Mehle abgehen.

Alois Freiherr v. Königsbrunn zu Gratz in Steiermark hat dieses Mehl zuerst dargestellt und als Zusatz zum Getreidemehl beim Brodbacken verwendet. Er fand, daß es durch Auslaugen mit schwefelsaurem Wasser bereitet, etwas Schwefelsäure

zurückhält, welche mit bloßem Wasser nicht hinweggenommen werden kann, wodurch es zu einigen technischen Verwendungen, z. B. zum Brotbacken, zur Biererzeugung ꝛc., untauglich würde; allein wenn man den letzten Portionen des gebrauchten Waschwassers der Schnitte etwas Kalkwasser zusetzt, so kann dieser geringe Säuregehalt leicht neutralisirt werden, wodurch dieses Mehl zu allen Verwendungen brauchbar wird.

100 ℔ Kartoffeln von 27.5 pCt. Trockengehalt geben 23³/₈ ℔ Mehl, welches sehr weiß und fein ist. 100 Gewichtstheile dieses Mehls enthalten 9.62 Zellenstoff und 1.27 Tegumente, daher 89.11 lufttrockene oder 73.07 wasserfreie Stärkmehlsubstanz.

Dieses Kartoffelmehl ist ebenso wie das Stärkmehl zur Biererzeugung geeignet; nur vermehrt es wegen seines Gehaltes an Zellenstoff die Menge des Oberteiges auf den Trebern in den Meischen. In demselben kommt aber der ganze Stärkmehlgehalt der Kartoffeln zur Benützung, und insofern als auch seiner leichten und einfachen Bereitungsart wegen dürfte es dabei unter Umständen Vorzüge vor dem Kartoffel-Stärkmehl besitzen.

Zur Broterzeugung in Vermengung mit Getreidemehl scheint es weniger geeignet zu sein, weil ihm ein wesentlicher nährender Bestandtheil, das Albumin, abgeht, was aber durch Anwendung eines an Kleber reichen Getreidemehls vielleicht eingebracht werden könnte.

Aus dem Kartoffelbrei läßt sich durch Auswaschen mit Wasser der Kartoffelsaft nur dann leicht entfernen, wenn dieses Auswaschen in Siebvorrichtungen oder Körben geschieht, wobei das Stärkmehl von der Fasermasse geschieden wird. Die ausgewaschene Fasermasse preßt man aus und trocknet sie, worauf sie auf Mühlen zu Mehl vermahlen und dieses mit dem gleichfalls getrockneten ausgewaschenen Stärkmehl oder abgesondert verwendet wird, um keinen Abgang an nutzbarer Substanz zu erleiden.

Im nassen, aufgequellten Zustande läßt sich der ausgewaschene Kartoffelbrei (sammt dem Stärkmehl) nicht mit Vortheil zur Biererzeugung verwenden, weil er, man mag ihn dazu auf welche Weise immer behandeln, im Meischbottich ein dichtes Haufwerk bildet, welches viel Würze zurückhält, so wie das Abfließen der Würze und das Aussüßen der Treber erschwert.

Beim Trocknen sowohl der ausgelaugten dünnen Kartoffel-

schnitte als des Kartoffelbreies, was durch vorhergehendes Auspressen dieser Massen beschleunigt wird, verbreitet sich Anfangs ein eigenthümlicher Geruch, welcher jenem der Buttersäure ähnlich ist. Übrigens geht das Austrocknen dieser Massen in mäßig warmer Luft bei dünner Ausbreitung und fleißigem Wenden mit einem Rechen ziemlich schnell von Statten.

Malzen der Getreidearten.

Wenn man die durch Schroten verkleinerten rohen Getreidearten einzeln für sich oder mehre mit einander in verschiedenen Quantitäts-Verhältnissen gemengt in einer entsprechenden Wassermenge (das vierfache Gewicht vom Getreide) einweicht und die Masse dann steigend bis zu der, der Zuckerbildung günstigsten Temperatur von 50 bis 60° R. erhitzt, so tritt immer eine sehr unvollständige Auflösung, so wie eine unvollkommene Umwandlung des Stärkmehls in Gummi und Zucker ein. Dr. Huray in Stockholm gab jedoch neuester Zeit in der Schrift: „Neue eigenthümliche Methode die Getreidearten ganz ohne Malz einzumeischen, Berlin 1852" ein Verfahren an, blos rohe sehr fein geschrotene Getreidearten allein anzuwenden. Er gebraucht jedoch Malz als Zusatz zur Kunsthefe. In der Branntweinbrennerei kommen wir darauf nochmals zurück. Der diese theilweise Umwandlung des Stärkmehls bewirkende Bestandtheil der rohen Getreidearten ist das Mucin, welches auch in dem aus demselben geschiedenen Kleber enthalten ist. Es wurde bereits erwähnt, daß die Getreidesamen durch das Keimen eine sehr wesentliche Veränderung erleiden, welche sowohl das in ihnen enthaltene Stärkmehl als die darin befindlichen Proteinverbindungen, namentlich das Mucin, betrifft. Das Stärkmehl aus den gekeimten Getreidearten läßt sich leichter in Gummi und Zucker umwandeln; die zuckerbildende Kraft des Klebers (Mucins) wurde durch das Keimen ungemein gesteigert; das Mucin wird dadurch theils mehr bloßgelegt, theils in das kräftiger zuckerbildend auf Stärkmehl wirkende Diastas verwandelt. Rohe und gekeimte Getreidearten, mit einander gemengt demselben Zuckerbildungsprocesse unterworfen, zeigen daher ein anderes Verhalten; die Auflösung und Umwandlung des Stärkmehls in Gummi und Zucker erfolgt nun viel vollständiger und schneller.

Diese Erfahrung hat zu der Anwendung des rohen mit gekeimtem oder bloß gekeimten Getreides zur Bier- und Branntweinerzeugung geführt. Da wir die rohen Getreidearten in zymotechnischer Beziehung bereits kennen gelernt haben, so haben wir uns noch mit der Betrachtung der Bedingungen zu befassen, unter welchen das gekeimte Getreide dargestellt wird. Man nennt es im Allgemeinen Malz, im frisch gekeimten, noch feuchten Zustande Grünmalz, im lufttrockenen Zustande Luftmalz, im künstlich getrockneten und gedarrten Zustande Darrmalz. Im engern und gewöhnlichern Sinne versteht man aber unter Malz immer nur das Gerstenmalz. Die Erzeugung des Malzes nennt man das Malzen, den Vorgang dabei den Malzungsproceß.

Zur Malzbereitung muß man die Getreidesamen keimen lassen. Das Keimen der Samen ist ein organischer Proceß, durch welchen die Lebensthätigkeit derselben erweckt, bis zu einem gewissen erforderlichen Grade gesteigert, dann aber wieder schnell unterbrochen wird, sobald man dadurch jene Veränderungen in dem Samenkorn erzielt hat, welche man dabei zu erreichen sucht. Die Absicht dabei besteht vorzüglich darin, die zuckerbildende Kraft des Mucins zu steigern, und es in das weit kräftiger zuckerbildend auf das Stärkmehl wirkende Diastas umzuwandeln. Nebenbei, nicht absichtlich, wird immer ein kleiner Theil des vorhandenen Stärkmehls in Dextringummi und in Dextrinzucker verwandelt — daher schmeckt der gekeimte Same süßer als der rohe —; das mehlige Korn des Samens selbst wird aufgelockert, das Stärkmehl dabei mehr bloßgelegt, aus seinem innigen Zusammenhange mit dem Kleber gebracht, und darin mag wohl der Umstand begründet sein, daß sich das ausgeschiedene Stärkmehl der gekeimten Getreidearten leichter und schneller in Gummi und Zucker umwandeln läßt, als das der rohen.

Es ist nach dem bereits Angeführten nicht nothwendig, alle zur Bier- und Branntwein-Erzeugung verwendete Getreidearten zu malzen, weil rohes Getreide mit gemalztem gemengt sich schon sehr gut einmeischen läßt, so daß aus diesen Meischen Branntwein erzeugt oder nach dem erfolgten Abziehen der klaren Würze von den Trebern aus derselben weiter Bier gebraut werden kann, wie dieß in Belgien allgemein geschieht, während bei uns bloß aus gemalztem Getreide Bier erzeugt wird.

Das Malzen bedingt, nebst der dazu erforderlichen Arbeit, durch das Ausstoßen des Wurzelkeimes und den beginnenden

Vegetationsproceß immer einen Verlust an nutzbarer Substanz des mehligen Korns der Getreidearten, welcher sich auf circa 5 bis 6 pCt. vom Gewichte des Getreides (bei Gerste) stellt, ähnlich wie bei dem Brotbacken durch die Gährung des Teiges ein Verlust an Brot von 3 bis 4 pCt. seines Gewichtes erfolgt, den man bei Anwendung künstlicher Auflockerungsmittel des Brotteiges einbringen kann. Aus dieser Ursache ist es allerdings sowohl für die Bier- als Branntwein-Erzeugung gerechtfertigt, nur so viel Getreide zu malzen und im gemalzten Zustande zu verwenden, als eben nothwendig ist, das Übrige aber im ungemalzten Zustande zu belassen und anzuwenden. Bei der Bierbrauerei kann dieß natürlich nur insofern Platz greifen, als die Qualität des erzeugten Productes dadurch nicht gefährdet wird.

Das Malzen der Getreidearten ist daher ein Vorbereitungsproceß derselben für ihre Anwendung in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei, durch welchen ihre Bestandtheile zur Zuckerbildung bei dem nachfolgenden Meischprocesse fähiger gemacht werden, um eine vollkommene Auflösung des Stärkmehls und Umwandlung desselben in Gummi und Zucker, und dadurch eine der geistigen Gährung fähigere Flüssigkeit — die Bierwürze und Branntweinmeische — zu gewinnen, woraus mit mehr Vortheil Bier oder Branntwein erzeugt werden kann.

Nicht alle Getreide sind zur Malzung (zum Keimen) gleich tauglich; es muß eine sorgfältige Auswahl derselben stattfinden, wenn dieser Proceß den gewünschten Erfolg bieten soll. Insofern dieß einen Einfluß auf die zymotechnischen Processe nimmt, sollen die hierbei zu beachtenden Grundsätze angegeben werden.

Früherer Zeit hat man als Zweck des Malzens angegeben, das in der Gerste enthaltene Stärkmehl in Gummi und Zucker zu verwandeln; allein dieser Zweck wird selbst bei der vollkommensten Malzung nur theilweise erreicht, der größte Theil des Stärkmehls bleibt als solches auch in dem Malze enthalten. Wollte man aus dem Malze mit warmen Wasser von nicht über 50° R. Temperatur bloß die darin befindlichen auflöslichen Bestandtheile extrahiren, so würde man eine sehr schwache Würze erhalten und gegen $^2/_3$ der zu Bier nutzbaren Bestandtheile des Malzes (Stärkmehl) würden in den Trebern zurückbleiben. Dieses Stärkmehl löst sich erst bei Temperaturen über 50° R. im Wasser zu Kleister auf und wird dabei durch Wirkung des vorhandenen Diastas in Gummi und Zucker verwandelt und

dadurch zu Bier benützbar gemacht. Die Bildung des Diastas durch den Malzungsproceß ist daher Hauptsache, die theilweise Entstehung von Gummi und Zucker aus dem Stärkmehl dabei Nebensache desselben, und man würde Bier aus dem Malze auch ohne Bildung der beiden letztern beim Keimen erzeugen können.

Auswahl des zur Malzung bestimmten Getreides.

Ein zur Malzung taugliches Getreide muß von gleichem Korn ohne Spreu sein; es soll keinen Samen fremder Getreidearten oder von Unkraut enthalten; es soll nicht zweiwüchsig sein. Das Letztere ist es, wenn es im Felde nicht zu gleicher Zeit aufgeht und folglich nicht alle Ähren zu gleicher Zeit ausreifen. Die Ursache davon kann in anhaltender Trockne bei der Aussaat oder in der Anwendung ungleichen Samens liegen, wo dann ein Halm früher, der andere später reift. Das Getreide soll nicht rostig oder brandig sein. Der Rost in der Gerste, der Brand im Weizen rühren von einer Fäulniß der noch nicht ausgewachsenen und nicht ausgereiften Samenkörner her. Ist ein Getreide frei von diesen Fehlern, so soll es nicht zu leicht sein, es muß im Wasser untersinken. Dasjenige Getreide ist das beste, von welchem die Maßeinheit am meisten wägt, wozu die mittlern Gewichte der Maßeinheiten der verschiedenen Getreidegattungen S. 248 angegeben wurden. Das Getreide darf durch Alter, durch schlechte Einbringung oder Aufbewahrung seine Keimfähigkeit nicht verloren haben. Es ist ferner nothwendig, daß das Getreide, welches auf einmal gemalzt werden soll, von gleicher Art sei, d. h. daß es eine gleiche Keimfähigkeit besitze, weil es außerdem unmöglich ist, ein gutes Malz zu erhalten, indem ein Theil der Körner schon zu weit ausgewachsen ist, während der andere erst zu keimen anfängt. Eine gleiche Keimfähigkeit des Getreides wird aber nie stattfinden bei einem Gemenge desselben von verschiedenen Jahrgängen, auf verschiedenem Boden oder in verschiedenem Klima erbaut. Deßhalb müssen gewisse

Vorsichtsmaßregeln

beim Einkauf, bei der Auswahl des Getreides und bei dem Kei-

men getroffen werden, die sich in folgende Puncte zusammenfassen lassen.

1) Man wähle lieber neue als alte Frucht.

Das neue, frische Samenkorn besitzt noch seine ganze ungeschwächte Lebenskraft oder Keimfähigkeit. Es gibt zwar Samen, welche lange Zeit ihre Keimfähigkeit erhalten, ja, um üppig und besondern Zwecken gemäß zu wachsen, ein Abliegen von mehren Jahren nicht nur ertragen, sondern vielmehr verlangen — wie z. B. Leinsamen, Eicheln —, besonders solche Samen, welche ein fettes Öl enthalten. Dagegen verlieren Samen, welche kein oder nur sehr wenig fettes Öl enthalten, ihre Keimfähigkeit sehr bald, und zu diesen gehören die Getreidearten.

Um die Keimfähigkeit derselben zu prüfen, ist es am besten, einen Versuch im Kleinen zu machen und nach dem sich dabei offenbarenden Verhalten des Getreides seine Tauglichkeit zur Malzbereitung zu beurtheilen.

2) Man menge nicht altes und neues Getreide unter einander, sondern man verwende das neue zum Malzen und das alte im ungemalzten oder rohen Zustande. Wenn man doch beide malzen muß, so malze man jedes besonders und menge erst das Malz zusammen. Die neue Frucht würde eher keimen als die alte, so daß bei gemengtem Getreide das alte Samenkorn in der Zeit seine Wurzelkeime noch nicht getrieben haben wird, wo das neue schon in Graskeime ausgewachsen ist und man nun nothwendigerweise ein schlechtes, ungleiches Malz erhalten müßte. Aber auch schon beim Einquellen im Quellbottich wird sich ein verschiedenes Verhalten zeigen, indem das ältere Getreide wegen der erlitenen mehren Austrocknung eine längere Zeit zum Aufquellen bedarf, als das neue.

3) Man kaufe lieber Frucht, welche auf magerem Lande und an Anhöhen, als im fetten, gedüngten Boden und in tiefen Thälern gewachsen ist. Die erstere ist dünnschaliger und mehlreicher als die letztere, welche weniger Stärkmehl, mehr Kleber und mehr Hülse enthält.

4) Man ziehe die schwerere Frucht der leichtern vor. Man ist fast allgemein der Ansicht, daß das aus letzterer bereitete Malz sich besser meischen und vollständiger extrahiren lasse, wobei die zurückbleibenden Treber leichter im Gewichte ausfallen, dahin gegen die Treber von vollkörnigem, schwerem Getreide nach beendigtem Meischproceß noch etwas von dem

mehligen Korn enthalten und deßhalb schwerer sind; allein leichtes Getreide (z. B. Gerste), welches weniger Mehl enthält, kann deßhalb schon auch bei einer nachlässigen Behandlung beim Malzen und Meischen ziemlich gut extrahirt werden, während ein schweres, mehlreiches Getreide ein sorgfältigeres Verfahren beim Malzen und Meischen erfordert, um ebenso gut ausgezogen werden zu können; namentlich ist es nothwendig, bei einem solchen schweren Getreide die Keime länger auswachsen zu lassen, um dadurch das mehlige Korn vollständiger aufzulockern und eine größere Menge Diastas in demselben zu bilden. — Wenn auch in diesem Falle die rückständigen Treber etwas schwerer ausfallen sollten, so ist dennoch aus dem Malze des schwerern Getreides mehr an nutzbarer Substanz ausgezogen worden, als aus einem gleichen Gewichte leichten Getreides.

Überdieß haben die Treber wegen des etwa noch Zurückgebliebenen einen größern Werth als Viehfutter, da sie mehr nährende Substanz enthalten.

Von einer guten Gerste soll der gestrichene Metzen nicht unter 70 ℔ wiegen. Betrügliche Getreidehändler pflegen sie anzufeuchten, um sie schwerer zu machen; allein eine geringe Anfeuchtung macht sie wohl absolut, aber nicht relativ schwerer, weil sich die Gerstenkörner ausdehnen (anschwellen) und dadurch ein größeres Volumen annehmen.

Eine angefeuchtete Gerste erkennt man:

1) indem man beim Hineinstecken der Hand eine ungewöhnliche Kälte fühlt;

2) wenn sie beim Ausschütten nicht staubt;

3) wenn sie aufgequollen erscheint und beim Beißen nicht ihre natürliche Härte besitzt.

Eine zweijährige Gerste ist zur Malzuug noch anwendbar, allein es bleiben schon mehr ungekeimte Körner zurück. Dreijährige Gerste ist dazu schon unanwendbar; denn nebstdem, daß etwa ¼ des mehligen Theils der Körner durch das unvollständige Keimen nicht gehörig aufgeschlossen wird, bleibt noch ein großer Theil derselben ungekeimt, so daß man ein sehr ungleiches mit viel roher Gerste vermengtes Malz erhält.

Organische Structur der Getreidesamen.

Das Keimen der Samen ist der Anfang der Vegetation, des Wachsthums und der Entstehung einer neuen Pflanze. Um diesen Proceß auch nach den äußern dabei eintretenden Erscheinungen richtig beurtheilen zu können, ist es nothwendig die organische Structur der Getreidesamen näher zu betrachten.

Ein Samenkorn besteht aus mehren organischen Gebilden, welche man nebst ihren Functionen als Organe näher kennen lernen muß, um das Keimen derselben und die Entwickelung der Pflanze gehörig einzusehen.

Betrachten wir ein Samenkorn hinsichtlich seiner anatomischen Zusammensetzung, d. h. in Bezug auf seine von einander mechanisch trennbaren Theile, so gewahren wir zuerst an demselben einen äußern Überzug oder die Hülse, welche mehr oder weniger dick und zweifach ist; sie besteht aus der Oberhaut (Epidermis) und dem Parynchyma (Sarcoderma), durch welches letztere alle Gefäße, welche in der Oberfläche entspringen, hindurchgehen und sich in dem Nabel vereinigen. Eine dritte Hülle ist das Samenhäutchen oder die innere Hülse, welche mehr der Einwirkung der Feuchtigkeit widersteht. Die Getreidesamen sind einsamenlappig (Monocotyledones); der mehlige Kern besteht aus dem Samenlappen und dem Keim, dieser aus dem Schnäbelchen welches sich zu den Wurzelfasern und aus dem Federchen, das sich zum Blattkeim ausbildet. Am besten lassen sich diese Theile an im Wasser aufgequellten Samen beobachten. Die Samenlappen haben die Bestimmung, der jungen Pflanze, ehe sie noch Wurzel getrieben und Blätter gebildet hat, bevor sie also ihre Nahrung aus dem Boden und aus der Luft aufnehmen kann, zur anfänglichen Ausbildung und Nahrung beim Keimen zu dienen.

Das Keimen der Samen ist nun an die Erfüllung gewisser Bedingungen geknüpft, ohne welche es nicht Statt finden kann. Es ist nothwendig, dieselben zu kennen.

Bedingungen zum Keimen der Samen.

Die zum Keimen der Samen nothwendigen Erfordernisse sind folgende:

1) Ein richtiger organischer Bau des Samens und Gegen=

wart von Lebenskraft in demselben. Hat die organische Structur des Samens eine Veränderung erlitten, sind seine Organe verletzt worden, ist derselbe zu alt, so keimt er nicht mehr.

2) Gegenwart von Wasser, oder ein hinreichender Grad von Feuchtigkeit in demselben. Trockener Same keimt nicht. Ein Überschuß von Feuchte oder Wasser schadet jedoch namentlich den Getreidesamen, indem es durch Abhaltung des atmosphärischen Sauerstoffes das Keimen aufhält und sonst noch eine schädliche Zersetzung und Extraction des Samens veranlaßt.

3) Berührung mit Sauerstoff oder mit der atmosphärischen Luft. Die Samen keimen nicht unter mit Öl bedecktem Wasser, oder in ausgekochtem und dadurch luftleer gemachtem Wasser, welches sich in einer mit Quecksilber abgesperrten Glocke befindet. Wenn sie auch zuvor im Wasser aufgequellt worden, so keimen sie nicht: im Öl, wenn sie zu tief in der Erde liegen, im luftleeren Raume, im Wasserstoffgas, Stickgas und im kohlensauren Gase. Sie zeigen in diesen Mitteln zwar einen Anfang des Keimens, und zwar meistens ebenso schnell als in der atmosphärischen Luft oder im Sauerstoffgase, wobei sie eine kleine Menge kohlensaures Gas entwickeln, dann sterben sie aber ab. Berührung der keimenden Samen mit der atmosphärischen Luft ist daher durchaus nothwendig.

4) Eine mittlere, der Vegetation zusagende Temperatur von nicht unter 10° und nicht über 30° R. Bei und unter dem Frostpuncte keimt kein Same, doch wird dadurch die Keimfähigkeit des trockenen Samens nicht zerstört. In höherer Temperatur keimt der Same zu schnell; über 30° R. trocknet er zu schnell aus und verliert durch vollkommene Austrocknung die Keimfähigkeit.

5) Abhaltung des Lichtes, insofern die Samen im Schatten und im Dunklen schneller keimen als bei starkem Lichte; daher man im Stande sein soll, auf Malztennen das Licht mäßigen und regeln zu können.

Erscheinungen beim Keimen der Samen.

Die Erscheinungen, welche man beim Keimen der Samen beobachtet, sind folgende:

1) Der Same schwillt durch Aufnahme von Wasser auf

und wird weicher. Dieß erfolgt von selbst beim Einsäen der Samen in die feuchte Erde. Bei der Malzerzeugung muß das Getreide künstlich geweicht, im Wasser gequellt werden.

2) Nach einiger Zeit beginnt die Lebensthätigkeit, das Keimen des Samens und er stößt dabei etwas kohlensaures Gas aus.

3) Beim Fortschreiten des Keimens absorbirt er $^1/_{1000}$ bis $^1/_{100}$ Sauerstoffgas und exhalirt

4) dafür ein gleiches Maß kohlensaures Gas unter Verbreitung eines eigenthümlichen aromatischen Geruches.

5) Er entwickelt dabei Wärme, die bei großen, übereinander gehäuften Massen keimender Samen bis zur Verbrühung steigen kann.

6) Die beim Keimen vor sich gehende chemische und organische Veränderung der Samen ist mit einem Gewichtsverluste verbunden. Die gekeimten Samen auf denselben ursprünglichen Trockenheitszustand der rohen Samen gebracht, wiegen um mehre Procente weniger als letztere.

7) Der in dem Samenlappen enthaltene Kleber, welcher vorzüglich den Kohlenstoff zur Bildung des kohlensauren Gases herzugeben scheint, wird durch diese Veränderung geschickter, das in dem Samen enthaltene Stärkmehl selbst bei der gewöhnlichen Temperatur theilweise in Gummi und Zucker zu verwandeln, welche sich in dem eingesogenen Wasser lösen und nun in den sich ausbildenden Gefäßen der jungen Pflanze als erste Nahrung zugeführt werden. Dieß ist Thatsache und zeigt uns an, daß man für die Zwecke der Zymotechnie die Keimung der Samen auch nicht zu weit vorschreiten lassen dürfe, sondern daß dieselbe von einem gewissen Zeitpunkte an aufgehalten werden muß, um die Veränderung des Klebers nicht über das rechte Maß hinaus zu treiben, und um nicht zu viel von der nutzbaren Substanz des Samenkorns zu verlieren und diese nicht gewissermaßen von der keimenden Pflanze consumiren zu lassen. Das sich entwickelnde kohlensaure Gas kann aber auch von dem Kohlenstoff des Stärkmehls herrühren, und dieß würde uns einen Fingerzeig geben über den Umwandlungsproceß des Stärkmehls im Zucker.

8) Die junge Pflanze schickt ihr Würzelchen abwärts und erhebt ihr Blattfederchen, welches unter der Hülse zum anderen Ende des Korns fortschreitet, nebst dem Samenlappen als Blatt dem Lichte entgegen, über die Erde.

Diese Erscheinungen werden nun bei der Malzbereitung im Großen Berücksichtigung finden müssen.

Das Keimen des Getreides ist daher in der praktischen Zymotechnie vorzüglich dazu bestimmt, das mehlige Korn der Samen aufzuschließen, das Mucin in Diastas zu verwandeln und dadurch dessen zuckerbildende Kraft zu steigern, um hernach bei dem Meischprocesse davon Gebrauch machen zu können. Es muß aber zur gehörigen Zeit unterbrochen werden, weil außerdem die Menge und Wirksamkeit des Diastas wieder vermindert und ein Theil der nutzbaren Substanz (Stärkmehl, Gummi, Zucker) von dem jungen Pflänzchen, dem sie als Nahrung dient, verzehrt und dadurch den Rückstand weniger ausgiebig und brauchbar werden würde.

Die Erfahrung lehrt nun, daß man den Wurzelkeim nach Umständen mehr oder weniger lang hervortreten lassen könne, daß man es aber durchaus vermeiden müsse, den Blattkeim herauszutreiben. An der bezeichneten Grenze muß man daher jedenfalls stehen bleiben.

Die Unterbrechung des Keimens geschieht durch Erkaltung und Austrocknung des gekeimten Samens, und ein so zubereitetes Getreide nennt man Malz.

Die Malzbereitung zerfällt daher nach ihrer Ausführung im Großen in drei verschiedene, auf einander folgende Operationen, und zwar:

1) in das Einweichen oder Einquellen des Getreides zur Erweckung der Vegetationskraft;

2) in das Keimen desselben oder den Beginn der Vegetation;

3) in das Trocknen des gekeimten Samens zur Unterbrechung des Keimens und zur möglichen Aufbewahrung des gekeimten Getreides.

Diese drei Operationen, welche beim Malzen vorkommen, müssen hier näher besprochen werden.

Das Einquellen des Getreides.

Das Einquellen der Getreide, als Vorbereitung zum Keimen derselben, ist eine Operation, welche zwar seit Alters her damit vorgenommen wurde, wobei aber das befolgte Verfahren durch chemische Grundsätze nicht ganz gerechtfertigt werden kann.

Man schüttet nämlich das zu malzende Getreide in Wasser von gewöhnlicher Temperatur aus, rührt es damit um, schöpft die obenauf schwimmenden tauben Körner ab, und läßt das Wasser, welches den, dem Getreide anhängenden Staub aufgenommen hat, wieder abfließen. Dieß ist eine Reinigung des Getreides, gegen welche nichts eingewendet werden kann. Hierauf wird aber noch mehrmals in gewissen Zeiträumen Wasser auf das Getreide gebracht und nach längerem Stehen darüber wieder abgelassen, bis das Getreide den gehörigen Grad von Aufquellung angenommen hat — ein Verfahren, wogegen gegründete Einwendungen zu machen sind. Die Erfahrung lehrt, daß das Wasser dabei zuerst etwas farbigen Extractivstoff aus der Hülse auflöst und sich dadurch gelb färbt. Dieß ist nicht nur ohne Nachtheil, sondern für den Geschmack der Biere sogar vortheilhaft, daher nothwendig; aber bei längerem Weichen dringt das Wasser durch die Hülse auch in das mehlige Korn ein, durchzieht es und löst dabei offenbar etwas von den löslichen Bestandtheilen der Samenkörner (Gummi, Zucker, Albumin, Mucin) auf. Von diesen nutzbaren Substanzen wird dadurch den Samenkörnern um so mehr entzogen, je öfter das Wasser gewechselt und frisches Wasser aufgegossen wird. Dieß hat eine Veränderung in der Mischung des Samenkorns zur Folge, welche nicht nur bedingt, daß ein Verlust an nutzbarer Substanz Statt findet, sondern auch ein Verlust an Mucin; und daß ein Verlust an dieser, für den Keim- und Meischproceß höchst wichtigen Substanz keine gute Folgen haben kann, dürfte einleuchten. Aus diesem Grunde liefert eine solche gequellte Gerste beim Fortwachsen in der Erde nur eine kränkelnde Pflanze. Beim Keimen in der feuchten Erde findet eine solche Ausziehung der Samen nicht Statt, und es geht daraus hervor, daß für das Aufquellen der Getreidekörner Behufs ihrer Vorbereitung für das Keimen ein Verfahren zu befolgen wäre, welches keine nachtheilige Extraction einiger der wesentlichen Bestandtheile derselben bedingt — ein Verfahren, welches bereits im Großen Eingang gefunden und sich als vortheilhaft erwiesen hat. Vorerst soll das ältere, bisher noch allgemein befolgte, dann aber auch das neue Verfahren erklärt und beschrieben werden.

Einquellen der Gerste nach der üblichen Art.

Beim Einquellen der Gerste wird so verfahren, wie bereits im Allgemeinen angegeben worden ist. Nach dem Abwaschen der Gerste und Abnehmen der tauben Körner (Abschöpfgerste) wird das Wasser, welches einige Zoll hoch über der Gerste stehen muß, in gebrochenen Zeiträumen noch zwei- bis dreimal gewechfelt und die bis zum erforderlichen Grade geweichte Gerste hierauf auf die Malztenne (Wachstenne, Hummel) herausgeworfen.

Die nöthige Dauer des Einweichens ist verschieden und von mehren Umständen bedingt. Frische Gerste weicht schneller als alte, dünnhülsige leichter als dickhülsige; im weichern und wärmern Wasser weicht sie schneller als im härtern und kältern. Ebenso hängt die Dauer des Einquellens von der Temperatur der äußern Luft und des Raumes ab, in welchem diese Operation vorgenommen wird.

Die geringste Quelldauer unter den gewöhnlichen, dabei stattfindenden Umständen ist 24 Stunden, die längste bei kalter Witterung 5 Tage. Bei frischer Gerste sind gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ bis 2 Tage hinreichend, bei älterer Gerste 3 und bei kalter Witterung 4 Tage.

In England sind 40 Stunden wenigstens gesetzlich für die Dauer des Einquellens der Gerste bestimmt. Dieser Verfügung liegt aber keine technische Ursache zum Grunde, sondern bloß die Art der Erhebung der Biersteuer, welche da von dem Rauminhalte der gequellten Gerste, welche man verarbeitet, gezahlt wird. Man rechnet in England, daß 4 Maß rohe Gerste 5 Maß gequellte Gerste geben. Während die Gerste in dem Quellbottich ist, wird sie nämlich bei der größten Anschwellung von den Accisbeamten visirt oder gemessen und so ihr Rauminhalt erhoben, davon aber $\frac{1}{5}$ abgezogen, um das Maß der rohen Gerste zu erhalten. Die spätern Schätzungen wären nicht so genau wie in dem Quellbottich, wo das Getreide sich in senkrechte Wände eingeschlossen befindet.

Zum Einquellen ist am besten weiches, klares Wasser anzuwenden. In Ermangelung dessen kann man auch Quell- oder Brunnenwasser dazu nehmen, wenn es nur vollkommen klar und nicht zu hart ist.

Das Wasser, welches von dem gequellten Getreide abgelassen wird, besitzt eine gelbe Farbe von aufgelöstem Extractivstoff aus den Hülsen, einen bittern herben Geschmack und Geruch

nach Strohwasser, und enthält freie Phosphorsäure, salpetersaures Natron und freie Kohlensäure, die sich während des Einquellens entwickelt und durch den Sauerstoff jenes Antheils atmosphärischer Luft entstanden zu sein scheint, welchen das Einquellwasser enthielt. Dieses Weichwasser trübt Kalkwasser und schäumt umgerührt wie Bier, enthält mithin schleimige Substanzen (Gummi, Zucker, Albumin, Mucin) aufgelöst. Beim längern Stehen würde es in Zersetzung (Gährung) übergehen und sauer werden, was auf die geweichte Gerste einen nachtheiligen Einfluß üben kann. Deßhalb muß nach einem gewissen Zeitverlaufe (12—24 Stunden) das Wasser jedesmal abgelassen und durch frisches ersetzt werden. Sollte sich an der Oberfläche des Wassers bereits ein schillernder Überzug gebildet haben, bedingt durch die Zersetzung der in demselben aufgelösten Bestandtheile unter dem Einfluß der atmosphärischen Luft, so soll dieser früher von der Oberfläche abgenommen werden, ehe man das Wasser abzapft, damit er sich nicht an die geweichte Gerste anlege und sie verunreinige oder zum Schimmeligwerden beim Keimen bringe.

Paupie erklärt einen ununterbrochenen Wechsel des Einquellwassers durch fortwährenden Zu- und Abfluß desselben für sehr vortheilhaft.

Der Gewichtsverlust der Gerste beim Einquellen durch Extraction einiger ihrer Bestandtheile beträgt 1 bis 2 pCt.

Nach in England gemachten Versuchen nehmen 100 ℔ Gerste beim Einquellen etwa die Hälfte ihres Gewichtes (47 ℔) Wasser auf und dabei $^1/_4$ an Volumen zu. Dieß ist jedoch bei Gerste von verschiedener Beschaffenheit auch verschieden. Bei uns wurden noch keine derlei genaue Versuche und Beobachtungen im Großen gemacht.

Es ist gut, wenn das Einweichen in demselben oder auch über dem Locale Statt findet, in welchem das Keimen vor sich gehen soll, weil dieß viel Bequemlichkeit beim Herausnehmen aus dem Quellstock und Ausbreiten des gequellten Getreides auf der Malztenne bietet, so wie auch wegen der sich gleichbleibenden Temperatur beim Einquellen und nachfolgenden Keimen.

Das Einquellen geschieht in einer Art Cysterne, welche, wenn sie von Stein, Quellstock oder Quelltrog, Weichstock, wenn sie von Holz ist, Quellbottich oder Weichbottich genannt wird. In England hat man sie im Innern mit Bleiplatten ausgefüttert. Am Boden haben diese Behälter ein mit

einem hohen Zapfen verschlossenes Zapfenloch zum Ablassen des Einquellwassers. Ein feines, siebartiges Drahtgitter oder vor den Zapfen gelegtes Stroh hindert die Gerste, dabei mitzugehen. Sie sind rund oder viereckig, je nach der Größe des Brauerei- oder Brennerei-Betriebes von einem Rauminhalte für 20 bis 150 und mehr Metzen Gerste. Die Temperatur des Locals und des Einquellwassers soll nicht sehr verschieden, am besten zwischen 8 bis 12° R. und das Locale übrigens so situirt sein, daß darin das ganze Jahr eine möglichst gleichmäßige, im Sommer nicht zu hohe, im Winter nicht zu niedrige Temperatur herrsche. Diese Erfordernisse erreicht man, wenn die Malztenne (Hummel) etwas unter der Sohle des äußern Erdbodens oder kellerartig gelegen ist, wenn die Mauern und das Gewölbe massiv sind, und wenn das Gebäude eine solche Lage hat, daß es gegen Norden und Süden geschützt ist, um durch die Nordwinde nicht zu sehr erkaltet, so wie durch den Einfluß der Mittagsonne nicht zu sehr erwärmt zu werden. Auch soll es nicht zu viel Licht haben, weil ein zu großer Lichtreiz beim Keimen eine zu frühzeitige Entwickelung des Blattkeimes bedingt.

Die Größe der Hummel muß der Menge des darauf auszubreitenden keimenden Malzes entsprechen; ihr Boden muß mit Ziegeln dicht gepflastert, etwas abschüßig angelegt sein und sehr rein gehalten werden. Besonders darf dieses Locale nicht dumpfig sein, sondern es muß eine reine Luft sich darin befinden, indem dieß sonst zum Schimmeln des Malzes und zum Verderben des Biers Veranlassung geben würde. Die Größe des Quellstocks ergibt sich aus der Menge Gerste, die man auf einmal malzen will, wozu der Rauminhalt der gesetzlichen Maßeinheit in der Vorbereitungslehre angegeben wurde. Um ¼ quillt die Gerste auf, und dann muß noch ein Oberraum von etwa 6 Zoll Höhe bleiben, wornach sich seine Dimensionen sehr leicht berechnen lassen.

Überhaupt finden bei dem Einquellen hier und da Abweichungen Statt, welche theils von den sich darbietenden Umständen abhängen und deßhalb der Beurtheilung des Mälzers überlassen bleiben müssen, welcher das anzuwendende Verfahren nach dem Maßstabe der dabei zu befolgenden Grundsätze und dabei gemachten Erfahrungen abzumessen hat.

Einquellen der Gerste nach anderer Art.

Man reinigt die Gerste von tauben Körnern, Spreu und Staub durch Waschen mit Wasser im Quellstock auf die beschriebene Art; dann läßt man sie noch mehre (etwa 12) Stunden im frischen Wasser liegen und weichen, um aus der Hülse den gelben und bittern Extractivstoff zu entfernen; aber dann läßt man das Wasser abfließen, wäscht die Gerste mit frischem zufließenden Wasser ab, wirft die nasse Gerste in flache Beete auf die Malztenne aus, und besprengt sie hier mittelst einer Gärtner-Gießkanne unter fortwährendem fleißigen Wenden mit Wasser. Ist dieses Wasser von den Körnern aufgesogen, so wird das Sprengen und Wenden (Umschaufeln) wiederholt und damit fortgefahren, bis der gehörige Grad des Aufquellens der Gerstenkörner erreicht ist. Durch das öftere Umschaufeln muß die Gleichförmigkeit des Aufquellens erzielt werden.

Hierbei wird weiter von dem Wasser aus der Gerste nichts mehr ausgezogen, das Wasser vielmehr von derselben bloß eingesaugt, und es wird dadurch jenem Übelstande begegnet, welcher vorn bei dem Einquellen der Gerste im Wasser gerügt worden ist. Man sieht, das neue Verfahren ist einfach und es leistet das Gewünschte. Mit dem so gequellten Getreide wird beim Keimen auf dieselbe Art verfahren, wie mit dem nach der üblichen Art geweichten.

Einquellen des Weizens oder Roggens.

Weizen und Roggen sind viel dünnhülsiger als Gerste, bedürfen daher zum Aufquellen einer viel kürzern Zeit, von 24 bis höchstens 48 Stunden, und werden dabei übrigens ebenso behandelt wie die Gerste. Der Hafer dagegen bedarf dazu wieder einer längern Zeit, weil er viel dickhülsiger ist. Auch hier kann die verbesserte Art des Einquellens Anwendung finden.

Erkennung der Quellreife.

Quellreif nennt man das Getreide, wenn es beim Einquellen den gehörigen Grad der Anschwellung oder Aufquellung angenommen hat. Man erkennt dieß:

1) wenn die Hülse sich leicht von dem mehligen Kern ablösen und demnach der innere Kern leicht aus der Hülse herausdrücken läßt;

2) wenn die Hülse da, wo der Wurzelkeim hervorbrechen soll, sich zu öffnen scheint;

3) wenn sich das gequellte Korn zwischen den Fingern breit drücken läßt, ohne dem Finger wehe zu thun;

4) wenn die Hülse platzt, indem man das Korn seiner Länge nach zwischen dem Daumen und Zeigefinger drückt;

5) wenn sich das gequellte Korn über den Daumennagel biegen läßt, ohne abzubrechen;

6) bei einiger Übung gelangt man zu der Fertigkeit, zu erkennen, ob die Gerste genug geweicht ist, wenn man sie nur anbeißt;

7) wenn die Spitzen der gequellten Gerste nicht mehr stechen;

8) wenn ein geweichtes mehliges Korn auf einem Brett einen Strich wie Kreide macht;

9) wenn die Gerstenkörner bis zur Hälfte des Korns durchgeweicht sind und der innere Kern des Samenkorns noch weiß erscheint, was man leicht erkennt, wenn ein Samenkorn quer durchschnitten wird.

Eine zu starke Aufquellung der Gerste ist jedenfalls schädlich; das mehlige Korn wird dabei milchig, verliert den Zusammenhang und büßt theilweise die organische Structur ein; die Keimkraft wird entweder geschwächt oder geht ganz verloren, die Samenkörner gehen der Zersetzung entgegen; es wurde dabei zu viel der löslichen Bestandtheile aus dem Samen durch das zu lange und zu starke Aufquellen hinweggenommen.

Hat es nicht in zu hohem Grade Statt gefunden, so muß man dadurch helfen, daß man das Wasser abzapft, das gequellte Getreide auf die Malztenne herauswirft, auf derselben dünn ausbreitet, fleißig wendet, und auf diese Weise zur schnellen, theilweisen Abtrocknung bringt, um dem Samenkorn wieder mehr Trockenheit und dadurch eine größere Cohäsion zu geben.

Hatte die Gerste zu wenig geweicht, so kann man auf der Malztenne noch dadurch nachhelfen, daß man dieselbe mit einer Gießkanne besprengt und dabei umschaufelt, wobei dieselbe noch das zur gehörigen Anschwellung erforderliche Wasser aufnimmt, worauf die Keimung wie gewöhnlich eingeleitet wird. In England ist dieses Besprengen jedoch aus Rücksichten der Steuer-

erhebung untersagt und es muß die Gerste im Quellstock ihre gehörige Anquellung erhalten.

Keimen der gequellten Gerste.

Das praktische Verfahren beim Keimen der Gerste ist nicht überall dasselbe, und erleidet theils durch die Beschaffenheit derselben, durch ihr Verhalten beim Weichen, so wie auch durch die herrschende Gewohnheit der Bierbrauer mancherlei Abänderungen, welche alle zu beschreiben hier nicht der Ort sein kann, indem es sich vorzüglich darum handelt, die dabei zu befolgenden Grundsätze festzustellen, von welchen man sich ohne Gefahr des Verderbens nicht zu sehr entfernen darf.

Nachdem die Gerste zum gehörigen Grade aufgequollen ist, befördert man das Keimen durch eine von selbst erfolgende Erwärmung derselben, welche eintritt, wenn dieselbe in dickern Haufen aufgeworfen wird. Ist daher das Wasser aus dem Quellstock abgeflossen, die Gerste abgetropft, so wird sie aus dem Quellstock auf die Malztenne ausgeworfen, in 6 bis 10 Zoll hohe Beete ausgebreitet und einige Male in kurzen Zeiträumen umgeschaufelt. Diese Operation bezweckt vorerst, die gequellte Gerste äußerlich abzutrocknen und die weitere vollständige Durchdringung des Samenkorns vom Wasser zu bewirken; denn die Erfahrung lehrt, daß eine so behandelte Gerste viel regelmäßiger und gleichartiger keimt. Ist dieß erreicht, so wird sie mit einer leichten Wurfschaufel zu einem höhern viereckigen Haufen gebracht, in dieser Höhe gleichförmig ausgebreitet, und bleibt nun in jener Form so lange liegen, bis sie sich etwas erwärmt hat und man an der Oberfläche der Körner einen schwachen Schweiß (Feuchte) bemerkt. Die Höhe, auf welche man hierbei die Gerstenbeete bringt, richtet sich vornehmlich nach der Temperatur der Gerste und des Locals; je höher die Temperatur, desto niedriger — je niedriger die Temperatur, desto höher werden diese Haufen, im Herbste und Frühjahre auf 15—18 Zoll, im Sommer 12—15 Zoll, im Winter auch bis 24 Zoll hoch gemacht, damit die Selbsterwärmung gehörig befördert und eine schädliche Abkühlung vermieden werde. Durch 12 bis 20 Stunden erscheint die Gerste äußerlich trocken; nach 24 bis 36 Stunden bemerkt man eine Erhöhung der Tempe-

ratur in den Haufen; sie nimmt gegen jene des Locals um 5 bis 8 Grade zu. In diesem Zeitpuncte fängt die gequellte Gerste an zu schwitzen; sie wird wieder feucht, und man fühlt die Nässe, wenn man die Hand in den Haufen steckt. Ein angenehmer Geruch nach Äpfeln verbreitet sich, die Wurzelkeime treiben hervor, man bemerkt eine weiße Erhabenheit an den Spitzen der Gerstenkörner (die Gerste sticht oder spitzt), die Hülse öffnet sich, mehre Wurzelfasern treten heraus, welche ziemlich schnell wachsen.

Es liegt in der Natur der keimenden Samen, daß die Wurzelkeime aus denselben früher hervortreten als die Blattkeime und daß erstere schneller fortwachsen.

Beläßt man aber den keimenden Gerstenhaufen unter diesen Umständen, so entwickelt sich an derselben Stelle auch das Federchen, welches innerhalb der Hülse fortgeht, und es bricht, wenn man dem Keimen nicht Einhalt thut, etwa einen Tag später am andern Ende des Korns als Blattkeim hervor; allein dieses Herauswachsen des Blattkeimes würde nur auf Kosten der nutzbaren Substanz des mehligen Korns geschehen, und muß daher um so mehr vermieden werden, als es auch die Erzeugung eines nicht haltbaren, bald sauer werdenden Biers bedingt.

So wie daher das Schwitzen und die Entwickelung der Wurzelkeime begonnen hat (deren natürliche Folge die Erwärmung des Haufens durch die erregte Lebensthätigkeit ist), muß man schon dahinwirken, das Keimen zu beschränken. Der keimende Haufe wird daher niedriger gemacht, umgeschaufelt und um etwa $\frac{1}{3}$ mehr ausgebreitet; so wie er wieder schwitzt, das Ausbreiten, Umschaufeln und Erniedrigen desselben fortgesetzt, und dieß in immer kürzern Zeiträumen so oft wiederholt, bis die Wurzelkeime aus dem Korn und der Blattkeim unter der Hülse zur gewünschten Länge ausgewachsen sind und die Gerste dadurch zu Malz geworden ist. Da die Temperatur im Innern der Haufen am höchsten steigt, so muß man bei dem Umschaufeln derselben dahin arbeiten, daß das Innere nach Außen und das Äußere nach Innen gebracht wird, damit alle Gerstenkörner einer gleichmäßigen Erwärmung und Feuchte ausgesetzt, die Haufen vollständig gewendet werden. Durch diese Operation wird die Temperatur des Haufens erniedrigt, das Steigen derselben ermäßigt, die Feuchte aus den Körnern mehr und mehr

entfernt; das Keimen geht nun langsamer und gleichförmiger vor sich.

Der Mälzer hat es bei sorgsamer Aufsicht vollkommen in seiner Gewalt, das Auswachsen der Keime nach Wunsch und Erforderniß zu leiten. Dieselben länger oder kürzer auswachsen zu lassen, das Keimen zu beschleunigen oder zu unterdrücken, wozu insbesondere die fleißige Prüfung und Beobachtung des Steigens der Temperatur in den keimenden Gerstenhaufen gehört. Der Gebrauch eines Thermometers hierzu ist für den rationellen Mälzer unerläßlich, und wenn er sich dabei an die durch Erfahrung an die Hand gegebene Temperaturgrenze hält wird er nicht leicht ein begangenes Versehen zu beklagen haben.

Überhaupt läßt sich der jedesmalige Zeitpunct des Umschaufelns, Wendens und dünnern Ausbreitens nicht nach Stunden bestimmen. Es sind dazu Erfahrungen und Handgriffe erforderlich, die man sich nur durch die Praxis aneignen kann. Ebenso läßt sich im Voraus nicht bestimmen, wie oft das Wenden geschehen soll; es hängt dieß vom Fortgang des Keimens, von der Temperatur des Locals u. s. w. ab.

Als Regel dient: daß, je langsamer und gleichförmiger der Proceß des Keimens der Gerste geleitet wird, desto besser das Malz ausfällt. Die Temperatur in den Haufen soll 20 bis 22° R. niemals übersteigen. In Schottland erhält man beim Keimen der Gerste (Big) die Temperatur so viel als möglich auf 10° R., in England auf 13—14° R. In Baiern wendet man beim Schwitzen eine Temperatur von 20° R. und gegen das Ende desselben von 26° R. an, und behauptet, daß das mit solchem Malz bereitete Bier früher klar werde. Indessen darf man die Temperatur nie noch höher steigen lassen, weil man dann gewissermaßen die Leitung des Processes aus der Hand gibt; das Malz keimt leicht zu viel, man ist kaum im Stande, dem zu schnellen Keimen bald Einhalt zu thun; das Malz verdirbt. Überhaupt ist der Grad, bis zu welchem man die Temperatur beim Schwitzen der keimenden Gerste heransteigen läßt, an verschiedenen Orten verschieden. Einige Mälzer lassen sie niemals zu stark erhitzen, wenigstens nicht gleich im Anfange, indem sie die gequellte Gerste erst in niedrigere, dann in höhere Haufen bringen und den Eintritt des Schwitzens abwarten. Man läßt die Temperatur im Momente des Schwitzens auch nur bis 15° R. herankommen,

worauf man den Haufen umschaufelt und dessen Temperatur auf 10° R. herabbringt, welche Temperatur von den meisten Mälzern als Wärmemaß zum Fortkeimen der Gerste angenommen wird. Dadurch wird aber der Keimproceß sehr verzögert und dauert oft 3 Wochen.

Ist der Blattkeim bis wenigstens $^3/_4$ von der Länge des Samenkornes unter der Hülse fortgewachsen, sind durch das Keimen die Wurzelfasern bei Gerste 1- bis $1^1/_2$mal, bei Weizen und Roggen eben so lang geworden wie das Samenkorn, haben sich die Wurzeln mehrer Körner mit einander verschlungen (verfilzt), so ist der Zeitpunct gekommen, wo das Fortwachsen der Samen gänzlich unterdrückt werden muß, wenn man nicht Gefahr laufen will, daß durch Austreten des Blattkeimes die Substanz des mehligen Kornes Schaden leide. — Man schaufelt deßhalb die schon niedrigen Haufen (Beete) noch mehr aus einander und breitet das Grünmalz nur 1 bis 2 Zoll hoch auf der Malztenne aus, damit es abkühle und theilweise abtrockne, worauf man zum vollkommenen Trocknen und Darren desselben schreitet.

Herr Ignaz Wischin, ein sehr geachteter Brauereipächter und Brauereibesitzer in Böhmen (gest. 1851), welcher sich in seinem Geschäfte einer großen Prosperität erfreute, in seinem Fache einen besonders guten Ruf genoß und sehr wohlschmeckende sich schnell klärende Biere, dabei aber eine eigene Oberhefe erzeugte, die hierlandes wegen ihrer dickteigigen Beschaffenheit geronnene Hefe genannt worden ist — von welcher Hefe später in der Bierbrauerei nochmals die Rede sein wird — befolgte beim Malzen den Grundsatz, den Grad des Keimens niemals nach der Länge der ausgewachsenen Wurzelfasern, sondern vielmehr bloß nach der Länge des ausgewachsenen Blattkeimes zu beurtheilen, und diesen bis nahe zum Ende des Gerstenkorns auswachsen zu lassen. Dieß konnte aber wieder nur erreicht werden, wenn die Wärme in der in hohe Beete gelegten geweichten Gerste nicht zu sehr gesteigert, und der Keimproceß überhaupt bei niedrigerer Temperatur geführt wurde.

Er erzielte dadurch eine mehrere Auflockerung des mehligen Korns in der gemalzten Gerste, eine vollständigere Auflösung desselben beim Meischen, die Erzeugung einer sich leicht und schnell klärenden Würze, ein nach der Gährung sich bald klä-

rendes Bier und die Bildung der genannten geronnenen Oberhefe, welche von anderen Brauern als Samenhefe sehr gesucht war.

Ermächtiget diese Mittheilung machen zu können, weihe ich dem verdienten Manne gerne diese Erinnerung, und kann das angegebene Verfahren um so mehr zur Befolgung empfehlen, als es nicht nur durch eine vieljährige Praxis bewährt ist, sondern auch mit den wissenschaftlichen Principien im Einklange steht, denn eine hinreichende Menge Diastas — auf dessen Bildung es beim Malzen vorzüglich ankömmt — kann sich im Samenkorn erst dann erzeugt haben, in dem Momente, wo die junge Pflanze in der kräftigsten Entwickelung, im Hervorbrechen des Blattkeims aus der Hülse begriffen ist, und zur Ausbildung dieses neuen Organs des Blattes die meiste Nahrung bedarf. In diesem Momente hat gewiß auch die Natur dafür gesorgt, durch kräftige Wirkung des in hinreichender Menge gebildeten Diastas auf das Stärkmehl im Samenkorn, der jungen Pflanze die erforderliche Nahrung liefern zu können.

Die Kunst wird sich demnach beim Malzen dieser Grenze möglichst zu nähern suchen müssen.

Ein so bereitetes Malz ist offenbar auch für die Zwecke der Branntweinbrennerei zum Einmeischen von Kartoffeln und Getreide viel geeigneter, weil es dabei vorzüglich auf die Bildung einer gehörigen Menge von kräftig zuckerbildend wirkendem Diastas ankömmt, um das Stärkmehl aus den Kartoffeln und des Getreides möglichst vollständig in Zucker umwandeln und diesen vergähren zu können.

Die besten Jahreszeiten zum Malzen sind der Frühling und Herbst, weil in diesen eine gemäßigte mittlere Temperatur herrscht.

Man kann auf die Zeit vom Auswerfen der gequellten Gerste auf die Malztenne bis zum Zeitpuncte der gehörigen Entwickelung der Keime im Durchschnitte 14 Tage rechnen. Für Branntweinbrennereien, wofür die Malzung schneller betrieben werden kann, und es vortheilhaft ist, die Keime länger auswachsen und die Wurzelkeime sich stark verfilzen zu lassen (Filzmalz), kann man die Keimung auch in 8 bis 10 Tagen bewirken.

Die meisten schlechten Biere werden aus fehlerhaft bereitetem Malze dargestellt, welches entweder zu wenig oder zu viel gekeimt hatte oder beim Schwitzen zu sehr erhitzt worden war. Ersteres löst sich beim Meischprocesse unvollkommen auf und

gibt ein weniger vergährbares, sich nicht leicht klärendes Bier; letzteres liefert weniger nutzbares Extract, daher eine schwächere Würze und ein schwächeres, nicht haltbares Bier. Eine zu starke Erhitzung beim Schwitzen beeinträchtigt ebenfalls die Haltbarkeit des Bieres.

Das Malzen der Gerste ist daher das erste und wichtigste Geschäft des Brauers; es ist auch für den Branntweinbrenner höchst wichtig, denn von der guten Beschaffenheit des von ihm verwendeten Malzes hängt die Zuckerbildung beim Meischen und die Vergährungsfähigkeit der von ihm erzeugten Meischwürzen ab.

Das Locale, in welchem man das Keimen oder Wachsen der Gerste vornimmt, nennt man Wachs- oder Malztenne (Hummel). Es ist der möglichst gleichartigen Temperatur wegen am Besten im Keller oder Erdgeschosse anzulegen. Auf Malztennen über der Erde, welche mehr dem Luftzuge, der Austrocknung, Abkühlung u. dgl. ausgesetzt sind, muß beim Malzen etwas abweichend verfahren werden. Diese sind zur Malzung nur im Frühjahre und Herbste günstig; in erstern kann man zu allen Jahreszeiten gleich gut malzen.

Die Größe der Malztenne ergibt sich aus dem Inhaltsmaße des eingequellten Getreides mit Rücksicht auf dessen Anschwellung und Volums-Vermehrung beim Keimen, wobei man die letzte niedrigste Ausbreitung von 2—3 Zoll Höhe der Beete zur Basis nimmt. Jeder Cubikfuß Grünmalz bedarf daher wenigstens 4 Quadratfuß Fläche der Malztenne. Um die Beete herum muß ein schmaler Gang bleiben.

Beim Malzen erleidet die Gerste einen Gewichtsverlust; er beträgt etwa 3 pCt. Dagegen hat sie ein viel größeres Volumen angenommen, wozu auch die Malzkeime mit beitragen. Grünmalz hat ein Volumen von 1.75 bis das Zweifache von dem der Gerste.

Beim Keimen erleidet die Gerste gewisse Veränderungen und findet dabei folgender chemische Proceß Statt. Behufs des Keimens ist Berührung des keimenden Samens mit der atmosphärischen Luft nothwendig. Während desselben wird Sauerstoffgas aus der Luft verschluckt und dafür ein gleiches Maß kohlensaures Gas entbunden. Auch eine riechende, flüchtige Substanz wird gebildet. Der Kleber der Gerste verändert sich zum großen Theil, er erhält modificirte Eigenschaften; aus einem Theil des Stärkmehls bildet sich dabei Gummi und Zucker. Das meh-

lige Korn trennt sich von der Hülse; in dem Mehl der gekeimten Gerste ist weniger Hordein enthalten, als in dem der rohen Gerste. Die Farbe des Korns wird lichter und das Gefüge lockerer, so daß man dasselbe trocken zwischen den Fingern zu Pulver zerreiben kann. Das in der gemalzten Gerste noch vorhandene Stärkmehl besitzt ebenfalls etwas veränderte Eigenschaften gegen das in der rohen Gerste enthaltene, es läßt sich viel leichter in Gummi und Zucker umwandeln. Die weitere Umwandlung des im gekeimten Getreide noch übrig gebliebenen Stärkmehls in Gummi und Zucker wird bei der folgenden Operation des Meischens bewirkt, welche zur Darstellung der gährungsfähigen Würze vorgenommen wird.

Die französischen Chemiker Payen und Persoz haben den veränderten Kleber, aus der gekeimten Gerste abgeschieden, für einen neuen Stoff erklärt und Diastas benannt. Wir haben dasselbe bereits kennen gelernt.

Obwohl nicht geläugnet werden kann, daß diese Entdeckung und die sich darauf basirenden Untersuchungen zum Theil bekannte Thatsachen einschließen, so bleibt diesen Chemikern doch das Verdienst, die Meisch- und Gährprocesse dadurch mehr aufgehellt und auf einfachere Grundsätze zurückgeführt zu haben, weßhalb diese Entdeckung früher mitgetheilt worden ist.

Auch das Stärkmehl hat eine Veränderung erlitten, welche sich nicht sowohl auf die Substanz desselben, als auf den Zustand bezieht, in welchem dasselbe in der rohen und gekeimten Gerste enthalten ist und daraus dargestellt werden kann. Das Stärkmehl aus gekeimter Gerste verhält sich ähnlich dem Kartoffel-Stärkmehl; es löst sich im Wasser schon bei einer Temperatur von 52° R. zu Kleister auf, welcher ziemlich klar und durchscheinend ist und endlich dünnflüssig und süßlich wird. Das Stärkmehl der gemalzten Gerste ist nämlich mit einer Lösung des Diastas im Wasser durchdrungen, welcher Diastas bei der Abscheidung des Stärkmehls aus dem Gerstenmalze nicht ganz von dem Wasser hinweggenommen wurde, so daß ein Theil davon in dem Malz-Stärkmehl verbleibt und die oben bemerkte Wirkung bedingt. Dieses Stärkmehl läßt sich sowohl mittelst Schwefelsäure als mittelst Gerstenmalz viel schneller und vollkommener in Zucker verwandeln, als das aus den rohen Getreidearten dargestellte Stärkmehl.

Jacquelin imprägnirte Kartoffel-Stärkmehl mit einem

wässerigen Malzauszuge (Diastas), und zwar sowohl lufttrockenes als bei 100° C. getrocknetes, und trocknete es bei 40° C. Es gab noch nach einem Jahre, nicht aber nach zwei Jahren mit Wasser bei 70° C. Temperatur eine vollkommene, sehr süße Auflösung, verhielt sich also ähnlich dem Malzstärkmehl.

Neuere Analysen der gekeimten Gerste in Vergleichung mit jener der rohen besitzen wir nicht. Folgende ältere Analysen von Proust mögen daher vor der Hand genügen, die Veränderungen nachzuweisen, welche in dem mehligen Korne der Gerste durch das Keimen derselben vor sich gehen.

Das Mehl der Gerste besteht nämlich in 100 Gewichtstheilen aus:

	Vor dem Keimen.		Nach dem Keimen.		+	—
Stärkmehl . . .	32.		56.		24.	.
Hordein	55.		12.			— 43.
Kleber	3.		1.			— 2.
Dextrinzucker . .	5.		15.		10.	
Dextringummi . .	4.	mit Mucin u. Albumin.	15.	mit Diastas u. Albumin.	11.	
Gelbes Harz . .	1.		1.			
	100.		100.		45.	45.

Das Hordein wird demnach aufgeschlossen und sein Stärkmehlgehalt bloßgelegt; die Menge des unauflöslichen Klebers wird vermindert, aus einem Theil Stärkmehl werden Gummi und Zucker erzeugt. 45 Gewichtstheile an Substanzen des mehligen Korns der rohen Gerste haben durch das Keimen eine Veränderung erlitten.

Auf einen Gehalt an Albumin, so wie auf das Mucin und Diastas ist hier keine Rücksicht genommen worden, weil beide letztere erst neuerer Zeit entdeckte Körper sind. Sie wurden mittelst Weingeist gemeinschaftlich mit dem Gummi gefällt, und sind deßhalb in dem Gewichte des letzteren mitinbegriffen. Der Gehalt an freier Phosphorsäure im Malze wurde nicht bestimmt. Es ist auch noch ganz unbekannt, ob die Menge der frei werdenden Phosphorsäure mit dem Grade des Keimens überhaupt und in welchem Verhältnisse sie damit steht.

Jeder Umstand, der die Zeit des Malzens abkürzt, ohne der Qualität des Malzes schädlich zu werden, oder wodurch der Brauer die Malzung eines Theiles der Gerste ersparen kann, gereicht demselben zum Vortheile.

Man pflegt durchgehends zu verlangen, daß das Gerstenmalz keine ungekeimte oder roh gebliebene Gerstenkörner enthalten solle. Ob sich diese Forderung auf eine zureichende Erfahrung stützt, ist mir unbekannt. Die aus solchem Malze (mittelst der böhmischen Decoctionsmethode) bereiteten Biere sollen sich nicht gut klären wollen; allein wenn dieß begründet wäre, so scheint der Fehler im Verfahren und nicht in den im Malze befindlichen Gerstenkörnern zu liegen; denn es ist Thatsache, daß Gerstenmalz, mit roher Gerste zu gleichen Gewichten (nach der rationellen Infusionsmethode) eingemeischt, klare Würzen und diese nach gehörigem Abliegen klare Biere geben. Ein Theil ungekeimter Gerste im Malze scheint daher nicht schädlich, wohl aber die Leitung des Malzungsprocesses beirrend zu sein. Jedenfalls löst sich auch das mehlige Korn der ungekeimt gebliebenen Gerste beim Meischprocesse ziemlich vollständig auf.

Malzen des Weizens.

Im Wesentlichen wird bei dem Malzen des Weizens ebenso verfahren wie bei dem Malzen der Gerste; nur keimt derselbe, da er eine dünnere Hülse hat, schneller und ist daher bei dem Keimen desselben noch mehr Vorsicht nöthig als bei dem der letztern. Der gehörig gequellte Weizen wird in niedrigere Beete aufgeschüttet, fleißiger gewendet, die Temperatur beim Schwitzen nicht so hoch gesteigert, und wenn der Wurzelkeim bis zu einer gleichen Länge mit dem Korn herangewachsen ist, die Fortkeimung durch dünnes Ausbreiten, Übertrocknen, Abkühlen und fleißiges Wenden unterbrochen. Beim Keimen des Weizens findet nur der Unterschied statt, daß der Blattkeim — wenn dasselbe zu lange fortgesetzt oder nicht rechtzeitig unterbrochen wird — nicht an dem entgegengesetzten, sondern an demselben Ende des Keimes hervorbricht, wo die Wurzelkeime herausgetreten sind. Im Übrigen gilt hier alles das, was bereits bei dem Malzen der Gerste angeführt worden ist.

S a u s s u r e hat den rohen (a) und gekeimten Weizen (b) untersucht, um die Veränderungen zu ermitteln, welche bei dem Keimen desselben in dem mehligen Korn vor sich gehen. Zugleich hat S a u s s u r e denselben Weizen 6 Monate lang unter Wasser liegen lassen, um die Veränderungen zu studiren, welche

dabei in demselben erfolgen. Die erhaltenen Resultate finden sich in der folgenden Tabelle unter c verzeichnet.

100 Gewichtstheile Weizen enthielten nach

	a.	b.	c.
Stärkmehl .	72.72.	65.80.	61.81.
Kleber . .	11.75.	7.64.	0.81.
Gummi . .	3.46.	7.91.	1.93.
Zucker . .	2.44.	5.07.	10.79.
Albumin . .	1.43.	2.67.	8.14.
Hülse . . .	5.50.	5.60.	4.07.
	97.30.	94.69.	87.55.

Man sieht daraus, daß der Weizen durch den Keimproceß im Wesentlichen ähnliche Veränderungen erleidet wie die Gerste; der Gehalt an unauflöslichem Kleber nimmt dabei ab, der Gehalt an Albumin, Zucker und Gummi zu. Auf Mucin und Diastas wurde kein Bedacht genommen, sie müssen dem Gummigehalte bei der Bestimmung zugerechnet werden. Bemerkenswerth ist der große Zucker- und Albumingehalt in dem lange geweichten Weizen. Es scheint, daß sich durch das Weichen das unlösliche Fibrin des Klebers in lösliches Albumin verwandelt habe.

Ein gut gekeimtes Weizengrünmalz zeigt sich auf Kartoffel-Stärkmehl bei Anwendung gleicher Gewichtsmengen fast ebenso kräftig zuckerbildend wie Gerstenmalz; die Vergährung der klaren Würze erfolgt ziemlich vollkommen. Für die Verwendung sowohl zur Branntwein- als zur Biererzeugung ist es nicht nothwendig, den Weizen zu malzen, wenn derselbe gemeinschaftlich mit einer angemessenen Menge gutem Gerstenmalz eingemeischt wird. Es ist dieß nur dann erforderlich, wenn man aus Weizen allein Bier erzeugen will.

Malzen des Roggens.

Das Malzen des Roggens wird auf ganz gleiche Art verrichtet wie das des Weizens. Über die Veränderungen, welche das mehlige Korn des Roggens dabei erleidet, besitzen wir noch keine vergleichende chemische Untersuchung. Roggen-Grünmalz wirkt auf ein gleiches Gewicht Kartoffel-Stärkmehl nur sehr unvollkommen zuckerbildend ein, und man erhält weder eine

klare noch süße, sondern eine trübe, schleimige, weniger vergährungsfähige Würze. Roggenmalz wird bei der Branntweinerzeugung aus Kartoffeln öfters sowohl zum Einmeischen als auch zur Erzeugung der Kunsthefe verwendet.

Malzen des Hafers.

Das Malzen des Hafers geschieht auf eine ähnliche Art wie das der Gerste. Wegen seiner dickern Hülse erfordert er eine längere Dauer des Einquellens. Die Wurzelkeime können beim Hafer ungemein lang hervortreten, so daß sich die Haferkörner mit denselben fest verfilzen, ehe der Blattkeim hervorbricht.

Ein sehr lang ausgekeimtes Hafer-Grünmalz mit einem gleichen Gewichte Kartoffel-Stärkmehl eingemeischt, lieferte zwar eine trübe, aber eine dünnflüssige und sehr vollkommen vergährbare Würze. Das Hafer-Grünmalz wirkt vorzüglich auf eine gute Vergährung der Kartoffelmeischen; Hafer-Darrmalz verhindert das Überlaufen der gährenden Kartoffel-Branntweinmeische; es macht die Meischwürze dünnflüssiger und weniger schleimig, weßhalb der entstehende Hefenschaum nicht so hoch steigt.

Eine vergleichende Analyse von Hafer- und Hafermalz wurde noch nicht gemacht; es ist aber vorauszusehen, daß sich der Hafer beim Keimen der Gerste ähnlich verhalten werde.

Zur Erzeugung von Arack wird auch der Reiß gemalzt.

Paupie malzte Mais und versuchte ihn zur Biererzeugung. Er erhielt kein gutes Resultat, weil er das Maismalz allein, ohne Zusatz von Gerstenmalz, anwandte. Bei Mitanwendung einer entsprechenden Menge Gerstenmalz ist es aber gar nicht nothwendig, den Reis und Mais (Kukuruz) zu malzen. Die frischen Keime des türkischen Weizens sollen nach ihm einen sehr guten Geschmack haben, der selbst jenen der Ananas übertreffe. (3. Thl., S. 60.)

Das Trocknen des Malzes.

Um das Fortkeimen noch vollständiger zu unterbrechen, wenn das Malz nicht unmittelbar als Grünmalz angewendet

wird, wie neuerer Zeit bei der Kartoffel-Branntweinbrennerei, um es vor dem Verderben (Schimmeln, Faulen) zu schützen und zur längern Aufbewahrung geeignet zu machen, ist es nothwendig, dasselbe vollkommen auszutrocknen.

Dieses Trocknen des Malzes geschieht entweder bloß an einem luftigen Orte (Malzböden) — und ein so an der Luft vollkommen getrocknetes Malz nennt man lufttrockenes oder Luftmalz — oder es geschieht auf eigenen Vorrichtungen mit Anwendung von künstlich erzeugter Wärme. Vorrichtungen der Art nennt man Malzdarren, und ein so bei Anwendung einer höhern Temperatur getrocknetes Malz nennt man Darrmalz. Das letztere ist vollkommener ausgetrocknet, enthält weniger Wasser und ist deßhalb haltbarer, zur Aufbewahrung geeigneter.

Will man bloß Luftmalz erzeugen, so wird das Grünmalz auf die Malzböden (Schwelch- oder Schwelkböden) gebracht, dort so dünn als möglich ausgebreitet (2 bis 3 Zoll hoch) und täglich anfangs viermal, später zweimal gewendet.

Dieß wird so lange fortgesetzt, bis das Malz ganz lufttrocken geworden ist. Es kann natürlich nur in der wärmern Jahreszeit erzeugt werden. Bei dieser Behandlung ist darauf zu sehen, daß das Grünmalz anfangs nicht etwa noch weiter auswachse, was durch fleißiges Wenden und dadurch erreichtes schnelleres Trocknen bewirkt wird, dann daß es nicht schimmle, was man auf gleiche Art mit Hilfe eines guten Luftzuges erzielt.

Auch wenn das Malz gedarrt werden soll, ist es vortheilhaft, es vorher möglichst lufttrocken zu machen.

Das Luftmalz ist schwieriger einzumeischen und aus ihm Würze zu ziehen. Die Treber davon sind sehr klebrig, legen sich dichter zusammen und lassen die Würze nur langsamer und unvollkommener abfließen.

100 ℔ Gerste geben 92 ℔ Luftmalz. Acht Pfund vom Gewichte der Gerste sind durch das Malzen verloren gegangen. Davon kommen

$1\frac{1}{2}$ ℔ auf den Verlust beim Einquellen,
3 „ „ „ „ „ Keimen und
$3\frac{1}{2}$ „ „ „ „ durch die abgetrockneten und abfallenden Wurzelkeime.

100 ℔ Gerstenluftmalz enthalten im Mittel:

65 ℔ mehliges Korn und

35 „ Hülse,
nnd liefern circa 57 ℔ wasserfreies Extract.

Das Luftmalz hat ein bedeutend größeres Volumen, als ursprünglich die Gerste. Die Raumvermehrung beträgt bis 20 pCt. von dem Inhaltsmaße der Gerste.

La Cambre und Persac haben zur Keimung der auf die gewöhnliche Art gequellten Gerste einen eigenen Apparat construirt, den sie Ventilator nennen, in welchem die gekeimte Gerste weiter getrocknet und auch mittelst eingeleiteter warmer Luft gedarrt werden kann. Die damit zu erzielenden Vortheile sollen in Ersparung an Arbeit und Raum (Gebäulichkeiten) bestehen. (Näheres hierüber in der „Encyclop. Zeitschrift des Gewerbswesens" 1843, S. 515.)

Wiese hat eine Centrifugal-Trocknungsmethode für das Grünmalz empfohlen und dazu einen Centrifugal-Ventilator angewendet, den er sich so wie die neue Trocknungsmethode für die k. k. österreichischen Staaten patentiren ließ. Mittelst eines anhaltenden heftigen Stromes gewöhnlicher Luft wird dabei das nasse Gerstenmalz getrocknet und kann auch bei Anwendung von erwärmter Luft dazu gedarrt werden. Nach dieser Methode kann man frisches, nasses Malz ohne alle Anwendung von Brennmaterial und ohne Rücksicht auf Jahreszeit und Witterung binnen $1/2$ bis 2 Stunden vollkommen lufttrocken machen, so daß selbst die Malzkeime wie dürre Spreu davon fliegen. Es ist zu erwarten, daß man von dieser Trocknungsmethode sowohl zum Trocknen des Grünmalzes vor dem Darren, als auch zum Darren desselben werde einen vortheilhaften Gebrauch machen können. Man erspart dabei bedeutend an Brennstoff und ersetzt ihn durch Kraft (zur Bewegung des Ventilators), die man sich an vielen Orten wohlfeiler zu beschaffen im Stande sein wird; ebenso dürfte diese Trocknungsmethode eine Ersparniß an Schwelkbodenraum gewähren.

Das Darren des Malzes.

Das Darren des Malzes ist zur Aufbewahrung desselben, dann zur Erzeugung eines haltbaren, nicht so leicht sauer werdenden Biers durchaus nothwendig; Bier aus Darrmalz erzeugt hat ferner einen bessern edleren Geschmack und mehr Farbe.

Es wird bewirkt durch Erhitzen desselben in dünnen Lagen bis zu einer gewissen begrenzten Temperatur. Dadurch wird auch das Verdunsten des Wassers und die Austrocknung des Malzes, so wie das Abtödten des Wurzelkeimes um so sicherer erzielt, und einer Entmischung des Malzes, welche im feuchten Zustande durch den vorhandenen Kleber gar leicht eingeleitet würde, vorgebeugt. Es geschieht auf verschiedene Art. Diese Verschiedenheiten beim Darren beziehen sich

1) auf den Zustand des Malzes, in welchem es der Darrung unterworfen wird;

2) auf die Construction der angewandten Malzdarren;

3) auf die Art der Darrung mittelst Rauch oder heißer Luft;

3) auf dem beim Darren angewandten Temperaturgrad.

Ein verschiedenes Verfahren beim Malzdarren bedingt eine verschiedene Beschaffenheit des Darrmalzes, erfordert theilweise eine verschiedene Behandlung desselben beim Brauen (Meischen) und nimmt Einfluß auf die Qualität und Quantität des daraus erzeugten Biers. Das Malzdarren gehört daher unter die wichtigern Operationen beim Bierbrauen, und da dabei so abweichend verfahren wird, so wäre in der That zu wünschen, daß mehr Einheit und Zweckmäßigkeit in dieses Geschäft gebracht würde.

Ad 1) Entweder wird das Malz unmittelbar von der Malztenne, also in noch feuchtem Zustande, als Grünmalz, oder dann erst auf die Darre gebracht, bis es auf dem Malzboden theilweise abgetrocknet oder vollkommen lufttrocken geworden ist. Im letzten Falle erspart man einen Theil Brennmateriale und Zeit beim Darren; auch ist das daraus erzeugte Darrmalz milder als dasjenige, welches als noch feuchtes Grünmalz auf die Darre gebracht wurde, wobei man beim Darren wegen des größern Wassergehaltes desselben besonders vorsichtig sein muß. Gutes Darrmalz meischt sich am besten, Grünmalz am schwierigsten; letzteres gibt selten eine klare Würze und gestattet auch kein so vollständiges und leichtes Abziehen der Würze von den Trebern. Es muß also bei dem Darren des Malzes eine Veränderung des mehligen Korns vor sich gehen, welche einen vortheilhaften Einfluß auf den Meischproceß nimmt. Zu Weißbieren muß das Malz lufttrocken auf die Darre kommen, um die Meischbarkeit desselben nicht zu beeinträchtigen. Weizenmalz muß erst lufttrocken gemacht werden, weil es im nassen Zu-

stande auf der Darre zusammenschrumpft. Malz, welches bei niedriger, 40° R. nicht übersteigender Temperatur auf der Darre getrocknet worden ist — eine Operation, die man das Schwelchen nennt —, heißt Schwelchmalz. Folgende Vorsichten sind beim Malzdarren zu beobachten:

a) Das Malz darf nur stufenweise nach und nach erwärmt und die Temperatur nur in dem Maße gesteigert werden, als dasselbe trockener wird, bis man zuletzt diejenige Temperatur erzeugt, bis zu welcher man das Malz erhitzen und bei welcher man es austrocknen will. Die Hülsen dürfen nicht früher austrocknen als der mehlige Kern, weil sie sonst die Verflüchtigung des Wassers aus dem Innern hindern. Am schädlichsten ist schnelles, zu hohes Erhitzen des feuchten Malzes, weil dabei das Stärkmehl des mehligen Kerns verkleistert wird und zu einer hornartigen Masse eintrocknet (Glasmalz), die sich beim Meischen nicht auflöst, daher der Benützung entgeht.

b) Die Erhitzung des noch feuchten Malzes auf der Darre über 60° R. ist schädlich, weil dabei die Wirksamkeit des Diastas leidet.

c) Das Malz soll auf der Darre Anfangs nur in 2 bis 3 Zoll hohen Lagen ausgebreitet werden, und erst später mit zunehmender Trockenheit kann man die Lagen höher machen. Endlich

d) soll das Malz auf der Darre fleißig gewendet werden, besonders im Anfange des Darrens und wenn es noch naß oder feucht auf die Darre kam.

Ad 2) Von der Construction der Malzdarren wird später besonders gesprochen werden. Da die allmählige Steigerung der Temperatur, die Erreichung des endlichen gewünschten und beliebigen Darrungsgrades, so wie der dabei stattfindende Brennstoffaufwand so sehr von der Zweckmäßigkeit der Construction der Malzdarren abhängen, so ist dieß ein Gegenstand von besonderer Wichtigkeit.

Ad 3) Beim Darren des Malzes muß dasselbe auf einer Unterlage liegen. Diese ist entweder eine ebene durchlöcherte Platte, die Darrplatte (von Kupfer, Gußeisen oder Eisenblech), oder sie besteht aus einem dünnen Drahtgitter (Drahthürden). Auf den Darrplatten oder Drahthürden liegt das Malz ausgebreitet; unter dieselben läßt man heißen Rauch oder heiße atmosphärische Luft strömen, welche ihre Wärme der Unterlage und diese dem darauf liegenden Malze mittheilen; theils strömt

auch Rauch oder Luft durch die Löcher der Darrplatten oder durch die Zwischenräume der Drahthürden, erwärmen das Malz und führen die Feuchte aus demselben (Wasserdampf) mit fort. Man unterscheidet hiernach Rauchdarren und Luftdarren. Der Rauch, welcher Dampf von brenzlichem Öl und Holzessig, dann Ruß mit sich führt, setzt etwas davon in dem Malze ab und theilt ihm so wie dem daraus erzeugten Biere einen eigenen Rauchgeschmack mit, der von Bierschmeckern besonders bei Vergleichung mit Bier aus Malz, welches auf Luftmalzdarren gedarrt worden ist, sehr leicht erkannt wird. Bei Anwendung von Drahthürden, welche dem Rauche eine größere freie Durchzugsfläche gestatten, ist dieser Übelstand noch bemerklicher, und darum hat man neuerer Zeit bei Rauchdarren die Drahthürden fast allgemein abgeschafft und durch Darrplatten ersetzt, zum großen Nachtheil einer möglichen Ersparniß an Brennmaterial. Es ist sowohl wegen der bessern Qualitat des Malzes als wegen möglicher Ersparniß an Brennstoff wünschenswerth, die Rauchdarren allmählig abgeschafft und in Luftdarren umgestaltet zu sehen. Die Temperatur bei den letztern kann man viel besser regeln als bei den erstern.

Ad 4) Der Temperaturgrad, welchem das Malz auf der Darre ausgesetzt gewesen, nimmt einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit desselben und auf die der daraus erzeugten Biere. Vorerst ist es sichergestellt, daß das mehlige Korn des Malzes bei der Erwärmung, der es beim Darren ausgesetzt wird, eine theilweise Veränderung erleidet. So lange nämlich noch ein hinreichender Grad von Feuchte im Korn vorhanden ist, wird ein Theil des Stärkmehls durch Wirkung des Diastas in Gummi und Zucker umgewandelt; daher schmeckt das Darrmalz süßer als das Luft- oder Grünmalz, aus welchem es erzeugt worden ist, und es enthält mehr mit kaltem Wasser extractive Substanz als diese. Das Grün- und Luftmalz enthalten daher mehr unverändertes Stärkmehl als das Darrmalz; jedoch wenn das Malz schon lufttrocken auf die Darre gebracht wird, ist dieser Unterschied sehr gering.

Durch jene Wirkung des Diastas auf das Stärkmehl beim Darren wird seine zuckerbildende Kraft geschwächt; daher enthalten Würzen aus Grün- und Luftmalz bereitet mehr Zucker; sie sind bei gleicher Concentration süßer wie die ans Darrmalz bereiteten und besitzen auch eine größere Vergährungsfähigkeit

als letztere. Dagegen sind die Würzen aus Darrmalz bereitet wohlschmeckender und geben auch wohlschmeckendere Biere; ja man kann sagen, daß der eigenthümliche Biergeschmack großentheils durch die Darrung des Malzes bedingt wird, indem Biere aus Luftmalz oder mit Anwendung rohen Getreides erzeugt, immer einen davon etwas verschiedenen, ich möchte sagen, rohen Geschmack besitzen. Die beim Malzdarren angewendete höhere Temperatur allein scheint diesen Einfluß zu bedingen.

Die Behandlung des Malzes auf der Darre nimmt auch einen wesentlichen Einfluß auf die Farbe desselben; jedoch haben hierbei Rauchdarren und Luftdarren eine verschiedene Wirkung. Gewöhnlich führt man nach Combrune's in einer irdenen Schüssel (!) gemachten Versuchen folgende Darrungstemperaturen und Farben des Malzes an, die mit einander correspondiren sollen als:

Bei 39° R. gedarrt (Schwelchmalz) behält das Malz seine Naturfarbe;
" 41 " ist es gelblich und dient zu Weisbier wie zur Verwendung in der Branntweinbrennerei;
" 44 " hellgelb;
" 45 " röthlichgelb, bernsteinfarbig;
" 48 " bräunlich;
" 51½ " braun;
" 53 " dunkelbraun;
" 58 " braun mit schwarzen Flecken;
" 62 " kaffeebraun;
" 64 " schwarz.

Bei 70 bis 80° R. Temperatur werde das Malz glasig, schwarz, gebranntem Zucker ähnlich, das Malz dabei gleichsam verkohlt.

Allein diese Angaben sind nicht richtig und beziehen sich bloß auf einseitige Versuche, bei welchen wohl die Temperatur der Malzschichte an der Oberfläche, nicht aber auch die Temperatur des Gefäßes bestimmt wurde, die jedesmal viel höher ist. Sie können daher um so weniger einen brauchbaren Maßstab zur Beurtheilung des Malzes und zur Bestimmung der Darrungstemperatur abgeben, als auf Luftdarren selbst bei einer Darrungstemperatur von 60° R. noch keine sehr merkliche Farbenveränderung des Malzes eintritt. Die ungleiche Temperatur der Schüssel, die höhere Erhitzung der Malzkörner, welche un=

mittelbar an der heißern Wand der Schüssel lagen, hatten hier offenbar auch einen Einfluß, so daß Combrune's Angaben hierüber ganz unbrauchbar erscheinen und sich auch in der Praxis nirgends bewahrheiten. In der That enthält das Malz keinen Bestandtheil, welcher bei 80° R. schon zersetzt und verkohlt würde. Indessen darf hier ein wichtiger Umstand nicht übersehen werden. Jedes Malz enthält freie Phosphorsäure. Aus dem verarbeiteten Malze gelangt diese Säure in die daraus bereitete Würze. Das Stärkmehl im gemalzten Getreidekorne ist deßhalb mit Phosphorsäure imprägnirt. Nun wissen wir, daß wenn man Stärkmehl mit ½ Procent seines Gewichtes an Schwefelsäure imprägnirt, dieses sich schon bei einer Temperatur in Dextringummi umwandelt, welche den Siedepunct des Wassers nicht übersteigt, und daß sich ein solches mit Säure präparirtes Stärkmehl bei einer nicht viel höheren Temperatur schon verkohlt.

Die Phosphorsäure hat nun sicher wenn auch keine gleiche doch eine ähnliche Wirkung auf das Stärkmehl, und ihre Gegenwart im Malze im freien Zustande ist deßhalb gewiß von Einfluß auf die chemischen Veränderungen, welche das gekeimte Samenkorn beim Darren erleidet. Es kann sein, daß sie auch zur mehreren Umwandlung des Stärkmehls in Zucker dabei mitwirkt. Kirchhof giebt jedoch an, daß die Phosphorsäure das Stärkmehl nicht in Zucker umzuwandeln vermöge.

Im Allgemeinen ist es richtig, daß das Malz etwas dunkler von Farbe wird, wenn man es bei höherer Temperatur darrt; in diesem Falle büßt auch ein Theil des Diastas im Malze seine zuckerbildende Kraft ein; beim Meischprocesse entsteht daraus eine dunklere Würze, welche mehr Gummi und weniger Zucker enthält und aus der letztern Ursache eine geringere Vergährungsfähigkeit besitzt. Man erhält ein weniger alkoholhaltiges, dagegen mehr nährendes Bier. Eine derlei Würze ist schleimiger, ihr Geschmack dem eingedickten Lakrizensaft ähnlich.

Wenn man das Malz längere Zeit bei einer mäßigen Darrungstemperatur erhält, so nimmt es ebenfalls eine etwas dunklere Farbe an und liefert beim Meischen eine braune Würze. Will man ein Braunbier erzeugen, so ist es besser, dieß durch eine längere Zeit dauernde Behandlung des Malzes auf der Darre bei mäßiger als in kürzerer Zeit durch eine höhere Er-

hitzung zu bewirken. In Baiern geschieht dieß durch Anwendung einer Darrungstemperatur von 46 bis 52° R.

Aus der Farbe des Malzes, besonders aber aus der Farbe der Würze, welche es liefert, kann man beiläufig auf die Temperatur, bei welcher es gedarrt worden ist, und daraus auf die Beschaffenheit des Malzes schließen, was vorzüglich da in Anwendung kommt, wo der Brauer das fertige Malz von dem Mälzer kauft, wie in England.

Wenn man das gewöhnliche Darrmalz über den Siedepunct des Wassers erhitzt, so wie Kaffee röstet, so schwitzt es dabei, wird zuerst licht-, dann dunkelbraun, mitunter schwarz, und verbreitet einen Geruch ähnlich dem des gebrannten Kaffee's. Eine kleine Menge so behandeltes Malz dient dazu, um ohne bloß stark gedarrtes Malz anzuwenden, Würzen aus Luft- oder Schwelchmalz, so wie Malz-, Kartoffel-Stärkmehlwürzen, die sehr blaß sind, gelb oder gelbbraun zu färben; man nennt es deßhalb Farbmalz. 1/4 ℔ davon auf 100 ℔ Würze reicht schon hin, derselben eine schöne Bierfarbe zu geben. Mit Hilfe des Farbmalzes kann man aus blassem Malze braune, gut vergohrene Biere erzeugen.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß beim Malzdarren der Gebrauch des Thermometers zur Bestimmung der jedesmaligen Darrungstemperatur nicht außer Acht zu lassen ist.

Durch das Darren verliert das lufttrockene Malz von 100 ℔ Gerste mehr oder weniger, je nach dem angewandten Darrungsgrade und der Zeitdauer der Darrung, bei vollkommener Darrung 12 ℔ am Gewichte, nämlich so viel als das Wasser beträgt, was dabei noch durch Anwendung der höhern Temperatur aus dem Malze verdampft ist. 100 ℔ rohe Gerste liefern daher 80 ℔ Darrmalz. Bei längerer Aufbewahrung nimmt aber das Malz wieder 6—8 pCt. Wasser aus der umgebenden Luft auf und wird um so viel schwerer.

Allein am Raummaße nimmt die Gerste beim Malzen zu. Da die Gerste Behufs des Keimens angeschwellt war, so zieht sich die gekeimte Gerste beim Trocknen und Darren nicht mehr auf das ursprüngliche Volumen der Gerstenkörner zusammen, sondern die Malzkörner behalten ein größeres Volumen bei; daher ist das mehlige Korn in dem Malze lockerer als in der rohen Gerste. Bei uns beträgt diese Vermehrung des Raummaßes 12 1/2 pCt. oder 1/8 des Inhaltsmaßes der rohen Gerste

so daß 8 Metzen Gerste 9 Metzen Darrmalz geben. Viel hängt dabei von der Qualität der Gerste und von der Leitung des Keimprocesses ab. Bei der schottischen Gerste (Big) ist sie = 0, oder nur 1—2 pCt. Je länger man den Wurzelkeim auswachsen läßt, desto größer wird diese Volumens-Vermehrung. Die böhmischen Bierbrauer nennen sie den Zuwachs. Durch die Größe dieses Zuwachses wird auch das Gewicht der Maßeinheit des Gerstendarrmalzes im Vergleiche mit jenem der Gerste bestimmt. Nach Paupie ist der Nied. Österr. Metzen Darrmalz immer um 20 ℔ leichter als der Metzen Gerste, so daß, wenn letzterer 70 ℔ wiegt, das Gewicht 1 Metzens Malz 50 ℔ ist. Nach in England gemachten Beobachtungen beträgt das Gewicht der Maßeinheit Gerstendarrmalz $^3/_4$ von dem der Gerste, im obigen Falle von 1 Metzen Malz $52^1/_2$ ℔.

Wenn die rohe Gerste beim Malzen bis zu Darrmalz 20 pCt. ihres Gewichtes verliert, so erhält man von 1 Metzen = 70 ℔ Gerste 70 — 14 = 56 ℔ Darrmalz. Dieses Darrmalz ist wegen des Zuwachses = $1^1/_8$ Metzen, folglich würde 1 Metzen des Darrmalzes wiegen $55 - \frac{56}{9} = 49.8$ ℔, was mit Paupie's Angabe gut zusammenstimmt.

In Böhmen, Baiern und in andern Ländern wird die Menge Gerstendarrmalz, welche zur Erzeugung der gesetzlichen Maßeinheit Bier verwendet wird, nach dem Raummaße bestimmt. Der Brauer wird auf den obrigkeitlichen Brauereien verhalten, beim Malzen der Gerste den üblichen Zuwachs an Malz von $^1/_8$ herauszubringen. Wenn sich genau daran gehalten würde, so wäre gegen diese Verfügung nichts einzuwenden; allein Gewinnsucht verleitet manchen Brauer, das Keimen zu übertreiben, um einen größern Zuwachs zu erzielen, damit ihm etwas davon erübrigen möchte. Dadurch wird aber doppelt geschadet, und zwar einmal: weil das längere Auskeimen nur auf Kosten der nutzbaren Substanz der Gerste Statt hat, und das andere Mal: weil nun die Maßeinheit des Malzes leichter wird, weniger nutzbare Substanz darin enthalten ist, und bei der Anwendung desselben Raummaßes Darrmalz auf dasselbe Quantum Bier eine schwächere Würze und daraus ein Bier von geringerer Qualität resultiren muß. Z. B. 100 ℔ Gerste geben wegen des längern Austreibens der Wurzelkeime statt 80 nur 77 ℔ Darrmalz, wobei der Gewichtsverlust 23 pCt. beträgt. Der Zu-

hitzung zu bewirken. In Baiern geschieht dieß durch Anwendung einer Darrungstemperatur von 46 bis 52° R.

Aus der Farbe des Malzes, besonders aber aus der Farbe der Würze, welche es liefert, kann man beiläufig auf die Temperatur, bei welcher es gedarrt worden ist, und daraus auf die Beschaffenheit des Malzes schließen, was vorzüglich da in Anwendung kommt, wo der Brauer das fertige Malz von dem Mälzer kauft, wie in England.

Wenn man das gewöhnliche Darrmalz über den Siedepunct des Wassers erhitzt, so wie Kaffee röstet, so schwitzt es dabei, wird zuerst licht-, dann dunkelbraun, mitunter schwarz, und verbreitet einen Geruch ähnlich dem des gebrannten Kaffee's. Eine kleine Menge so behandeltes Malz dient dazu, um ohne bloß stark gedarrtes Malz anzuwenden, Würzen aus Luft- oder Schwelchmalz, so wie Malz-, Kartoffel-Stärkmehlwürzen, die sehr blaß sind, gelb oder gelbbraun zu färben; man nennt es deßhalb **Farbmalz**. ¼ ℔ davon auf 100 ℔ Würze reicht schon hin, derselben eine schöne Bierfarbe zu geben. Mit Hilfe des Farbmalzes kann man aus blassem Malze braune, gut vergohrene Biere erzeugen.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß beim Malzdarren der Gebrauch des Thermometers zur Bestimmung der jedesmaligen Darrungstemperatur nicht außer Acht zu lassen ist.

Durch das Darren verliert das lufttrockene Malz von 100 ℔ Gerste mehr oder weniger, je nach dem angewandten Darrungsgrade und der Zeitdauer der Darrung, bei vollkommener Darrung 12 ℔ am Gewichte, nämlich so viel als das Wasser beträgt, was dabei noch durch Anwendung der höhern Temperatur aus dem Malze verdampft ist. 100 ℔ rohe Gerste liefern daher 80 ℔ Darrmalz. Bei längerer Aufbewahrung nimmt aber das Malz wieder 6—8 pCt. Wasser aus der umgebenden Luft auf und wird um so viel schwerer.

Allein am Raummaße nimmt die Gerste beim Malzen zu. Da die Gerste Behufs des Keimens angeschwellt war, so zieht sich die gekeimte Gerste beim Trocknen und Darren nicht mehr auf das ursprüngliche Volumen der Gerstenkörner zusammen, sondern die Malzkörner behalten ein größeres Volumen bei; daher ist das mehlige Korn in dem Malze lockerer als in der rohen Gerste. Bei uns beträgt diese Vermehrung des Raummaßes 12½ pCt. oder ⅛ des Inhaltsmaßes der rohen Gerste

so daß 8 Metzen Gerste 9 Metzen Darrmalz geben. Viel hängt dabei von der Qualität der Gerste und von der Leitung des Keimprocesses ab. Bei der schottischen Gerste (Big) ist sie = 0, oder nur 1—2 pCt. Je länger man den Wurzelkeim auswachsen läßt, desto größer wird diese Volumens-Vermehrung. Die böhmischen Bierbrauer nennen sie den Zuwachs. Durch die Größe dieses Zuwachses wird auch das Gewicht der Maßeinheit des Gerstendarrmalzes im Vergleiche mit jenem der Gerste bestimmt. Nach Paupie ist der Nied. Österr. Metzen Darrmalz immer um 20 ℔ leichter als der Metzen Gerste, so daß, wenn letzterer 70 ℔ wiegt, das Gewicht 1 Metzens Malz 50 ℔ ist. Nach in England gemachten Beobachtungen beträgt das Gewicht der Maßeinheit Gerstendarrmalz $^3/_4$ von dem der Gerste, im obigen Falle von 1 Metzen Malz $52^1/_2$ ℔.

Wenn die rohe Gerste beim Malzen bis zu Darrmalz 20 pCt. ihres Gewichtes verliert, so erhält man von 1 Metzen = 70 ℔ Gerste 70 — 14 = 56 ℔ Darrmalz. Dieses Darrmalz ist wegen des Zuwachses = $1^1/_8$ Metzen, folglich würde 1 Metzen des Darrmalzes wiegen $55 - \frac{56}{9} = 49.8$ ℔, was mit Paupie's Angabe gut zusammenstimmt.

In Böhmen, Baiern und in andern Ländern wird die Menge Gerstendarrmalz, welche zur Erzeugung der gesetzlichen Maßeinheit Bier verwendet wird, nach dem Raummaße bestimmt. Der Brauer wird auf den obrigkeitlichen Brauereien verhalten, beim Malzen der Gerste den üblichen Zuwachs an Malz von $^1/_8$ herauszubringen. Wenn sich genau daran gehalten würde, so wäre gegen diese Verfügung nichts einzuwenden; allein Gewinnsucht verleitet manchen Brauer, das Keimen zu übertreiben, um einen größern Zuwachs zu erzielen, damit ihm etwas davon erübrigen möchte. Dadurch wird aber doppelt geschadet, und zwar einmal: weil das längere Auskeimen nur auf Kosten der nutzbaren Substanz der Gerste Statt hat, und das andere Mal: weil nun die Maßeinheit des Malzes leichter wird, weniger nutzbare Substanz darin enthalten ist, und bei der Anwendung desselben Raummaßes Darrmalz auf dasselbe Quantum Bier eine schwächere Würze und daraus ein Bier von geringerer Qualität resultiren muß. Z. B. 100 ℔ Gerste geben wegen des längern Austreibens der Wurzelkeime statt 80 nur 77 ℔ Darrmalz, wobei der Gewichtsverlust 23 pCt. beträgt. Der Zu-

wachs wäre aber $^3/_{16}$, so würde das Darrmalz aus 1 Metzen Gerste zu 70 ℔ 53.9 ℔ im Gewichte haben, und da dieses Malz ein Inhaltsmaß von $1^3/_{16}$ Metzen hat, so würde der Metzen desselben nur 45.4 ℔ wiegen. Bei einem Biergebräue von 20 Faß, wozu sonst 40 Metzen Malz zu 50 ℔ Gewicht verwendet wurden, würden 4.6 ℔ × 40 = 184 ℔ Malz weniger angewendet werden, wodurch die Qualität des erzeugten Biers bedeutend verringert werden müßte, aber auch die Obrigkeit keinen Gewinn davon hätte, wenn ihr selbst der ganze erhaltene Zuwachs verblieben wäre, weil das absolute Gewicht des erhaltenen Malzquantums an sich schon geringer ist, als bei schwächerem Auskeimen der Gerste.

Es ist also nicht genug, wenn man dabei bloß allein auf die Größe des Zuwachses sieht, es ist auch nothwendig darauf zu sehen, daß das absolute Gewicht der Maßeinheit des Malzes mit dem jener der rohen Gerste in der gehörigen Proportion stehe, nämlich nahe $^5/_7$ oder $^7/_{10}$ derselben betrage.

Dem das Bier consumirenden Publicum kann dieß um so weniger gleichgiltig sein, ob es bei sonst dem besten Willen der Obrigkeit um denselben Preis ein stärkeres oder ein schwächeres Bier erhält. Die obige Differenz beträgt nahe 10 pCt.!

Die specifische Schwere des Darrmalzes ist im Durchschnitte 1.200. Da aber wegen der erfolgten Volumens-Vermehrung und Auflockerung des mehligen Korns innerhalb der Hülse auch Luft (kohlensaures Gas?) eingeschlossen ist, so schwimmt das Darrmalz auf dem Wasser. Die rohe Gerste sinkt im Wasser unter. Darauf gründet sich eine practische Methode, das relative Verhältniß zwischen den gekeimten und nicht gekeimten Körnern in dem Darrmalz zu bestimmen. Man wirft eine gewisse Anzahl der Malzkörner in's Wasser und beobachtet, wie viele davon in demselben untersinken. Bei gutem Malze dürfen von 100 Körnern nur 1—2 Körner zu Boden fallen, welche nicht flach auf demselben liegen, sondern senkrecht oder schief im Wasser stehen sollen. Wenn gegen 10 Körner zu Boden fallen, so war das Malzen schlecht geleitet oder die Gerste unvollkommen gekeimt.

Das Darrmalz soll trocken und mürbe sein, so daß es zwischen den Zähnen leicht zerbricht und sich zwischen Walzen leicht zerdrücken läßt; es soll einen milden, süßen Geschmack be-

sitzen und, was besonders bei frisch gedarrtem Malze wahrzunehmen ist, angenehm gewürzhaft riechen.

Die specifische Wärme des Darrmalzes = 0.421. 100 ℔ Darrmalzschrot nehmen im Wasser einen Raum ein, der jenem von 75 ℔ Wasser gleich ist.

Gutes, abgelegenes Darrmalz enthält im Mittel $^2/_3$ mehliges Korn und $^1/_3$ Hülse.

100 Gewichtstheile davon liefern:

	60	Gewichtstheile	wasserfreies Extract und
enthalten:	7	„	Wasser, dann
	33	„	Hülsen.

Frisch von der Darre und vollkommen gedarrt gibt es 65 pCt. dieses Extractes und 35 pCt. Hülse.

100 ℔ Gerste liefern 80 ℔ dieses Darrmalzes, welches à 65 pCt. 52 ℔ Extract gibt. Da nun jene 100 ℔ rohe Gerste 60 ℔ Extract gegeben hätten, so gehen bei dem Malzen von je 100 ℔ Gerste 8 ℔ nutzbare Substanz (Extract) verloren, was mit den frühern Angaben übereinstimmt.

Dieser beträchtliche Verlust ist eine Aufforderung, rohe Gerste mit Gerstendarrmalz zur Biererzeugung zu verwenden, wie dieß in Belgien geschieht. Es wird gezeigt werden, daß dieß auch hier mit Vortheil möglich ist.

Paupie behauptet, daß feucht gewordenes Darrmalz, wiederholt gedarrt, seine Süße verliert und die Würze davon bei der Gährung wenig Hefe gebe. Dieser Umstand würde auf einen geringen Vergährungsgrad, daher auf eine unvollkommene Zuckerbildung beim Meischprocesse hindeuten, und dieß beweisen, daß das Diastas unter den erwähnten Umständen gelitten hat. Es kann auch die Phosphorsäure im Malze durch Anziehen von Ammoniak aus der Atmosphäre sich mehr oder weniger neutralisirt haben, und dieß Einfluß auf den Vorgang beim Meischproceß und bei der nachfolgenden Gährung nehmen.

Über die analogen Verhältnisse beim Malzen des Weizens, des Roggens und des Hafers liegen keine aus directen Versuchen abgeleitete Erfahrungen vor.

Weizenmalz und Roggenmalz werden auf den Malzdarren bloß geschwelcht und nicht eigentlich gedarrt, weil sie in der Regel zu einer längern Aufbewahrung nicht vorräthig bereitet werden.

Der Zuwachs beim Malzen des Weizens und Roggens ist

viel geringer als der bei der Gerste; doch hat man noch keine darüber im Großen gemachte Beobachtungen gesammelt, um denselben in Zahlen angeben zu können.

Wenn das Gerstenmalz eben von der Darre kommt, ist es immer etwas leichter, als vorn angegeben worden, und es nimmt das genannte Gewicht erst an, wenn es einige Wochen gelegen hat. Demnach scheint der Malzungsverlust etwas mehr als 8 pCt. zu betragen, und ist auch die Abschöpfgerste mit in denselben einzubeziehen, welche circa 2 pCt. vom Gewichte der Gerste beträgt. Thomson gibt ihn zu 11 pCt. mit Einschluß der Abschöpfgerste, den Wassergehalt aber statt 12 mit 14, zusammen daher mit 25 pCt. an.

Es wurde vorn angegeben, daß das Darren des Malzes zur Erzeugung eines haltbaren Bieres nothwendig sei. Biere aus Luftmalz bereitet sind nicht so haltbar. Offenbar muß dieser Erfahrung eine Ursache zum Grunde liegen, welche nur in der Veränderung gesucht werden kann, die das Malz beim Darren erleidet. Die Farbe der Biere aus Darrmalz ist dunkler und ihr Geschmack ist angenehmer; sie klären sich leichter, sind aber nicht so stark vergohren wie die aus Luftmalz bereiteten. Das Letztere ist Ursache ihrer Haltbarkeit. Durch den Einfluß der höhern Temperatur beim Darren wird nämlich das mehlige Korn des Malzes so verändert, daß es beim Meischen eine Würze liefert, die bei der Hauptgährung nicht so stark vergährt, so daß mehr Zucker zur Vergährung für die Nachgährung übrig bleibt, welche daher länger dauert. Dieß bedingt auch die längere Dauer solcher Biere, welche von dem Fortbestehen der Nachgährung abhängt.

Hieraus ist der Nutzen einzusehen, welchen das Darren des Malzes für die Biererzeugung und für die Qualität des Bieres gegen die Anwendung des lufttrockenen Malzes gewährt.

Das Darrmalz läßt sich längere Zeit aufbewahren, beim Meischen vollständiger extrahiren, verträgt eine höhere Meischtemperatur, die Würze ist dünnflüssiger, fließt von den Trebern leichter, schneller und vollkommener ab, die Treber halten weniger Würze zurück; sie und das daraus erzeugte Bier werden klarer, von schönerer gelber oder gelbbrauner Farbe und angenehmerem, dem eigenthümlichen Biergeschmack. Das Bier wird haltbarer.

Construction der Malzdarren.

Malzdarren sind Vorrichtungen, mittelst welcher man unter Anwendung künstlicher Wärme das Malz vollständiger als an der Luft austrocknet und zugleich bis zu einer gewissen höhern Temperatur erhitzt — eine Operation, die man das Darren nennt.

Es kann hier nicht verlangt werden, sich in eine geschichtliche Aufzählung und Beschreibung der in der ältern Zeit gebrauchten Kacheldarren, Breter- und Geflechtdarren, Draht- und Blechdarren ꝛc., so wie deren allmähliger Verbesserung einzulassen. Es handelt sich hier vorzüglich darum, die Grundsätze festzustellen, auf welchen die Construction einer allen Anforderungen entsprechenden Darre beruhen muß, und diese werden sich ergeben, wenn man die Zwecke betrachtet, die man mit einer solchen Darre zu erreichen hat.

Diese Zwecke sind folgende:

1) Das Malz soll darauf in der kürzesten Zeit mit dem geringsten Aufwande von jeder Art Brennstoff bis zu jedem verlangten Grade gedarrt werden können;

2) es soll dabei kein Glasmalz entstehen, dasselbe nicht anbrennen, noch einen rauchigen Geruch und Geschmack annehmen;

3) die durch die Öffnungen unter die Darrplatte fallenden Malzkeime sollen von da leicht entfernt werden können.

Man erreicht diese Zwecke:

a) durch Anwendung von Drahthürden oder stark gelochten Blechtafeln als Unterlage des zu trocknenden und darrenden Malzes;

b) durch Anwendung eines Stromes erwärmter Luft, welcher von Unten nach Oben das zu darrende Malz durchdringt und zur Trocknung des Malzes und Fortschaffung der Feuchte (des Wassers) aus demselben dient;

c) durch genaue Regelung und allmählige Steigerung der Temperatur dieser Luft und des Luftstromes;

d) durch fleißiges Wenden des darrenden Malzes auf der Darre;

e) bei Anwendung einer zweckmäßig construirten Erwärmungsvorrichtung (Heizofen) für die Luft, mittelst welcher die Verbrennung der Brennstoffe auf das Vollkommenste bewirkt, jede Art von Brennstoff (Holz, Schwarzkohlen, Braunkohlen, Torf)

verwendet und die durch die Verbrennung frei gemachte Wärme zur Erwärmung der Luft vollkommen benützt werden kann;

f) wenn man übrigens dieser Vorrichtung solche Dimensionen gibt und eine solche Einrichtung trifft, daß man leicht an jeden Ort der Darre und in deren Abtheilungen gelangen und die da nöthigen Arbeiten vornehmen kann.

Paupie gebührt das Verdienst, bei uns zuerst eine zweckmäßigere Construction der Malzdarren angegeben und auch ausgeführt zu haben (dessen „Kunst des Bierbrauens", 1. Band, S. 60), welche sich nicht nur in Böhmen, sondern auch bald in andern Ländern verbreitete. Er wendet heißen Rauch (wie bei den alten Darren) als Erwärmungsmittel des Malzes an. Von ähnlicher Art sind die sogenannten Niederländer Malzdarren, bei welchen ebenfalls heißer Rauch als Erwärmungs- und Trocknungsmittel des Malzes angewendet wird und bei beiden deßhalb nur Holz als Brennmateriale gebraucht werden kann. Verschieden hiervon sind die sogenannten englischen Malzdarren, bei welchen man sich der erwärmten, das zu trocknende Malz durchziehenden Luft als Erwärmungs- und Trocknungsmittel des Malzes bedient. Endlich muß noch der neuerer Zeit hier und da eingeführten oder nur in Vorschlag gekommenen Dampf-Malzdarren Erwähnung geschehen, wobei man den Dampf entweder unmittelbar unter die nicht durchlöcherten Darrplatten streichen läßt, auf welchen das Malz liegt, oder wobei man sich des Dampfes bloß bedient zur äußern Erwärmung der Luft, welche nun zur Trocknung und Darrung des Malzes auf gleiche Art wie bei den englischen Malzdarren gebraucht wird.

Alle bis jetzt gebrauchte Malzdarren lassen sich im Wesentlichen auf zweierlei Arten zurückführen, nämlich auf

1) Rauchdarren und

2) Luftdarren. Die Dampfdarren müssen den letztern untergeordnet werden. Die erwähnte Ventilator-Darre von La Chambre und Persac ist ebenfalls eine Luftdarre.

Ad 1) Die Rauchdarren werden von verschiedener Construction angetroffen. Die gewöhnlichste Einrichtung derselben ist die der Satteldarren, von Paupie zuerst in Böhmen eingeführt und später von Rietsch auch zur Darrung mit heißer Luft eingerichtet. Das Trocknen und Darren des Malzes geschieht bei diesen Malzdarren auf Drahthürden oder auf Metallplatten, Plattenhürden (Kupfer- und Eisenblech oder

Gußeisen), welche in Entfernungen von 1 : 1 Zoll Löcher von 1 Linie Durchmesser haben, so groß, daß nur das Malz nicht hindurchfallen kann, und welche oben unter einem stumpfen Winkel zusammenstoßen, so daß die Mitte der Darrfläche erhaben, die zwei Seitenflächen aber abschüssig sind, welche Anordnung der Ähnlichkeit der Form wegen mit einem Sattel zu der Benennung „Satteldarren" Veranlassung gegeben hat. Auf die Darrplatte wird das Malz 3 Zoll hoch aufgeschüttet und ausgebreitet, so daß ein Cubikfuß Grünmalz 4 Quadratfuß Darrfläche erfordert, wornach sich die Größe der Malzdarre für jedes gegebene Quantum zu darrenden und auf einmal auf die Darre aufzutragenden Malzes berechnen läßt. Die bei uns gebräuchlichen Satteldarren haben eine Breite von 9 Fuß, jede Seite daher eine Breite von 4½ Fuß, wornach sie bei gegebener Darrfläche die Länge der Malzdarre ergibt. Breiter darf man sie nicht wohl machen, weil man dann das Malz darauf nicht gut wenden und bearbeiten kann. Der Heiz- oder Feuercanal befindet sich in der Mitte der Darre nach ihrer Länge; da aber das Feuer nicht unmittelbar auf die Darrplatte wirken darf, so ist der Feuercanal mit Eisenplatten, mit Ziegeln oder auch mit Kacheln bedeckt, und zwischen dieser Decke und der Darrplatte befindet sich ein hohler Raum, durch welchen der von dem Feuer abziehende heiße Rauch circulirt, in mehren Zügen unter der Darrplatte, welche er unmittelbar berührt, hin und her (vor- und rückwärts) geleitet wird, ehe man ihn in den Schornstein austreten läßt.

Die Niederländer Malzdarren sind ebenfalls Rauchdarren; ihr Feuerraum ist überwölbt, das Gewölbe mit vielen horizontalen Rauchabzügen versehen. In einer gewissen Höhe über dem Feuercanal befindet sich die ganz horizontale durchlöcherte Darrplatte, gewöhnlich von Eisenblech, welche wieder mit einem Gewölbe überdeckt ist, in dessen Mitte sich eine Abzugsöffnung für den durchziehenden Rauch und für den von dem Malze abziehenden Wasserdampf befindet. Die Darrplatte liegt auf einem Gerippe von Eisenstäben, so daß Arbeiter darauf herumgehen und das Malz wenden können. Durch die Darrplatte wird der Darrraum von dem untern Raume, worin sich der Feuercanal befindet, abgeschieden; beide sind durch verschließbare Thüren zugänglich. Die Heizung geschieht von Außen. Durch kleine verschließbare Thüren kann man von Unten Luft neben

dem Heizcanal einlassen, welche sich an demselben erwärmt, mit dem heißen Rauche gemengt das Malz durchzieht und auf diese Weise durch Erwärmung und Luftzug die Trocknung und Darrung des Malzes bewirkt.

Die Herstellung der Niederländer Malzdarren ist viel kostspieliger, sie bedürfen wegen des Gerippes zur Auflage der Darrplatte viel mehr Eisen, sie gewähren aber den Vortheil, daß das Malz auf ihnen gleichmäßiger erwärmt und gedarrt wird und nicht leicht angebrannt werden kann.

Die Hitze, welche man in den Rauchcanälen der Satteldarren und unter der Darrplatte der Niederländer Darren hervorbringen muß, richtet sich nach dem Darrungsgrade und der Farbe, welche das Malz erhalten soll, oder nach der Sorte Bier, welche man brauen will. Der stärkste Hitzegrad wird immer zu Ende des Darrens gegeben. Auch bei den Satteldarren kann man von Außen atmosphärische Luft in die Rauchcanäle unter der Darrplatte einströmen lassen und auf diese Weise den Rauch mit Luft verdünnen, wodurch man Mittel erhält, sowohl den Zug des Feuers zu mäßigen, als auch den Rauch unter den Darrplatten durch Zuführung mehr oder weniger kalter Luft von Außen beliebig abzukühlen.

Mittelst der durchlöcherten Darrhürden, sie seien Tafel- oder Drahthürden, wird die Trocknung und Darrung des Malzes in doppelter Art bewirkt, und zwar:

1) durch Erwärmung, und

2) durch Luftzug.

Der heiße Rauch so wie die erhitzte Luft geben ihre Wärme theilweise an die metallenen Darrhürden ab, welche sie dem darauf liegenden Malze mittheilen und dadurch das Wasser aus demselben zur Verdampfung bringen. Aber sowohl durch die Löcher der Tafelhürden als durch die Zwischenräume der Drahthürden strömt auch Rauch oder Luft hindurch, und trägt da durch unmittelbare Berührung mit dem Malze zur Beschleunigung des Trocknens bei; nur findet hier bei Rauch- und Luftdarren ein Unterschied Statt. Bei den Satteldarren zieht der größere Theil des Rauches durch den Schornstein ab; bei den Niederländer Darren muß der ganze Rauch allein oder gemengt mit Luft das Malz durchziehen; bei den Luftdarren zieht nur erwärmte Luft hindurch.

Das erstere Verfahren hat zwar den Vortheil, daß der

heiße Rauch, als Träger der durch die Verbrennung erzeugten Wärme, diese unmittelbar an die Darrhürde und an das Malz abgibt, die Wärme desselben folglich am besten benützt werden könnte; aber andere Nachtheile, welche diese Darrungsmethode mit sich bringt, überwiegen weit den genannten Vortheil der unmittelbaren Wärmeübertragung.

Diese Nachtheile sind allgemeine oder besondere, und zwar folgende:

1) Läßt sich dabei nur Holz als Brennstoff benützen.

2) Wird das Holz dabei gewöhnlich so verbrannt, daß es nicht seine volle Wirkung übt, was der herrschenden Bequemlichkeit bei der Beheizung der Darren zugeschrieben werden muß, und wodurch ein größerer Aufwand von Brennstoff bedingt wird.

3) Condensirt sich anfangs, so lange das Malz noch kalt und naß ist, ein Theil des durch die Öffnungen der Darrhürde strömenden Rauches in dem Malze und wird später zu Ende der Darrung nicht mehr vollständig aus dem Malze verflüchtigt. Ein so gedarrtes Malz hat immer mehr oder weniger Geschmack und Geruch nach Rauch, was vorzüglich dann zu erkennen ist, wenn man die Biere vergleicht aus Malz bereitet, welches auf Rauch- oder Luftdarren gedarrt worden ist.

4) Geschieht hier die Darrung vorzüglich nur durch die Wärme, welche die metallene Darrhürde dem darauf liegenden Malze durch Wärmeleitung mittheilt. Der durch die Öffnungen derselben das Malz durchziehende Rauch kann zur Darrung nichts oder nur wenig beitragen, weil er eine mit Wasserdampf bereits ziemlich gesättigte gasförmige Flüssigkeit ist, die davon nur unbedeutend mehr aufzunehmen vermag und bei Anwendung von Tafelhürden im Ganzen nur in geringer Menge das Malz durchzieht. Bei solchen ist auch die Wärmeleitung eine sehr unvollkommene, weil der unter den Darrhürden hinziehende Rauch keine sehr hohe Temperatur besitzen darf.

5) Die Temperatur an verschiedenen Stellen der Darrplatte ist ferner ebenso ungleich wie die des Rauches, welche in dem Maße abnimmt, als er sich von dem Feuerraum mehr und mehr entfernt, was ein ungleichartiges Darren des Malzes zur Folge hat.

Die Rauch-Satteldarren sind die wohlfeilsten in der Errichtung und erfordern daher das geringste Anlagecapital. Die Niederländer Rauchdarren haben in einer gewissen Beziehung

den Vorzug vor den Satteldarren, daß wegen der Einschließung der Darrhürden in einem geschlossenen Raume der Zug des mit Luft gemengten Rauches durch das Malz befördert wird.

Die Luftmalzdarren erhalten eine geschlossene Feuerung, von welcher der Rauch durch den Schornstein abgeleitet wird und die eine solche Einrichtung hat, daß dadurch außerhalb die zuströmende atmosphärische Luft erhitzt und eine Strömung derselben von Unten nach Oben erzeugt wird, welche das zu darrende Malz durchzieht und dadurch eigentlich seine Trocknung und Darrung bewirkt. Hierbei kommt der Rauch nicht in Berührung mit dem Malze, es kann also nichts davon anziehen, und ebenso begreiflich ist es, daß man dabei eine jede Art von Brennstoff zur Heizung des Lufterhitzungs-Apparates anwenden kann. Da diese Art von Malzdarren zuerst in England ausgeführt und angewendet wurden, so nennt man sie auch englische Malzdarren.

Sie gewähren noch folgende Vortheile:

1) In der Heizvorrichtung der Malzdarre, die aus einem zweckmäßig construirten Ofen von Gußeisen besteht, kann die Verbrennung des Brennstoffes sehr rasch vorgenommen, dabei die größte Menge Wärme frei gemacht und die höchste Temperatur erzeugt, der Brennstoff daher mit der größtmöglichsten Wirkung verbrannt werden.

2) Der Heizofen kann eine solche Construction erhalten, daß die in demselben durch die Verbrennung erzeugte Wärme durch seine Wände der ihn äußerlich umgebenden Luft möglichst vollkommen mitgetheilt, sie erhitzt und in diesem Zustande durch das zu darrende, auf der Darrhürde liegende Malz getrieben wird.

3) Diese erhitzte Luft ist trocken und deßhalb fähig, das Wasser aus dem Malze am schnellsten aufzunehmen und wegzuführen.

4) Die Temperatur derselben so wie auch der Darrungsgrad lassen sich durch Öffnen und Schließen der Canäle, durch welche kalte, trockene Luft von Außen dem Ofen zur Erwärmung zugeführt wird, sehr gut reguliren.

5) Das Schwitzen des Malzes im Anfange des Trocknens wird gänzlich vermieden. — Dazu aber ist nothwendig, daß ein starker Luftzug durch das auf der Darrhürde ausgebreitete Malz Statt finde, welchen man bewirkt, wenn man

a) die Darrhürde in einen überwölbten Raum einschließt

und aus dem höchsten Puncte desselben einen hinreichend weiten und hohen Schlott senkrecht in's Freie führt, um den Abzug der feuchten Luft und den Zug nach Oben zu befördern;

b) Die Darrhürde so construirt, daß sie der durchziehenden Luft eine hinreichende Durchzugsfläche gestattet, welche also möglichst viele kleine Öffnuugen oder Zwischenräume enthält.

Die bisher gebräuchlichen Tafelhürden, sie seien von Gußeisen oder von Schwarzblech, enthalten gewöhnlich viel zu wenig solche kleine Löcher und entsprechen daher dieser Anforderung am wenigsten. Die Löcher sind rund, 1 Zoll von einander entfernt, und haben 1 Linie im Durchmesser. Hiernach kann man leicht berechnen, wie groß die ganze freie Luftdurchzugsfläche einer solchen Darrhürde bei gegebenen Dimensionen derselben ist. Sie sei z. B. 20 Fuß breit und 20 Fuß lang, so hat sie eine Oberfläche von 400 Quadratfuß, und da auf 1 Quadratfuß 144 Löcher kommen, so enthält die ganze Darrhürde 144 × 400 = 57.600 Löcher von 1 Linie Durchmesser, was eine freie Luftdurchzugsfläche von im Ganzen 45.257 Quadratlinien = 314 Quadratzoll = 2.18 Quadratfuß ausmacht. Wenn man nun hiezu noch beachtet, daß diese kleinen Löcher von den darauf liegenden Malzkörnern größtentheils verlegt und verstopft werden, so wie daß, wenn wirklich ein Luftzug durch dieselben Statt hat, dieser nur die nächstliegenden Malzkörner berührt (die Löcher sind nämlich zu weit von einander entfernt, der größte Theil des Malzes wird von dem warmen Luftstrome nicht bestrichen, erst durch fleißiges Wenden des Malzes wird er damit in Berührung gebracht), so wird es erklärlich, wie die Tafelhürden das Darren nicht befördern, sondern vielmehr verzögern und erschweren. Nur die Anwendung dieser und ähnlicher Tafelhürden bei den Rauchsatteldarren erklärt, wie es kommt, daß man von denselben ein Darrmalz gewinnt, welches keinen so auffallenden Geruch und Geschmack nach Rauch besitzt. Der unter der Darrhürde hinziehende Rauch streicht nämlich aus den angegebenen Ursachen durch diese Löcher fast gar nicht hindurch. Größer kann man sie nicht machen, weil dann das Malz hindurchfallen würde; wenn man aber ihre Anzahl verdoppelt, vervierfacht und noch weiter vermehrt, um damit die freie Luftdurchzugsfläche von 2.18 auf 4.36, 8.72, 13.08 und bis 26,16 Quadratfuß u. m. zu bringen, so wird die Wirkung derselben wesentlich verbessert. Gegenwärtig werden solche verbesserte Lochplatten von Eisenblech

mittelst Lochmaschinen erzeugt und man hat sie mit 16 bis 25 runden Öffnungen auf den Quadratzoll; statt der runden Löcher werden auch längliche (Schlitze) angewendet.

Paupie (3. Band, S. 45) erzählt einen Fall, wo er zum Darren des Malzes einmal 18 Stunden Zeit brauchte, und als er die zu kleinen Löcher der Tafelhürden vergrößern ließ, dazu mit 9 Stunden ausreichte.

Die Drahthürden entsprechen der Gestattung eines vermehrten Luftdurchzuges noch besser als die Tafelhürden, wenn sie eine dazu zweckdienliche Construction erhalten. Die etwa 2 Linien im Durchmesser haltenden Drähte dürfen nämlich nicht dicht an einander liegen, wie dieß wirklich hier und da anzutreffen ist, sondern sie müssen einen Zwischenraum lassen, welchen man am besten dadurch erzielt, daß man die starken Eisendrähte an mehren Puncten ihrer Länge mit einem dünnen Draht von $^1/_4$ Linie Durchmesser einfach umwindet, wodurch die starken Längendrähte nicht nur parallel aus einander gehalten, sondern auch an einander fest gebunden werden. Da hier die Längen der starken Drähte mit denen der Zwischenräume gleich sind, so verhalten sich ihre Querschnittsflächen wie ihre Breiten oder Durchmesser, und weil der Durchmesser des Längendrahtes = 2 Linien, die Zwischenräme derselben aber = $^1/_4$ Linie breit sind, so verhalten sich diese Querschnittsflächen zu einander

$$= {}^1/_4 : 2 \text{ oder}$$
$$= 1 : 8,$$

woraus hervorgeht, daß in diesem Falle die freie Luftdurchzugsfläche (freie Darrfläche) der Darre = $^1/_9$ ihrer ganzen Oberfläche ist.

Für die oben zum Beispiel genommenen Dimensionen einer Darre von 400 Quadratfuß Darrfläche würden die Zwischenräume für den Luftdurchzug $= \frac{400}{9} = 44^4/_9$ Quadratfuß mithin über 20mal mehr betragen als bei den gewöhnlichen alten Tafelhürden, und wenn auch davon wegen der nothwendigen Auflage der ganzen Drahthürde auf einem eisernen Gerippe etwas abgehen sollte, so ist dieser Betrag so unbedeutend, daß er hier füglich unberücksichtigt bleiben kann.

Man erkennt leicht, daß eine so große freie Darrfläche zum Durchzuge der trockenen heißen Luft die Darrung des Malzes ungemein beschleunigen müsse, und da die Drähte, aus welchen

die Drahthürde verfertigt wird und worauf das Malz liegt, rund sind, so liegen die Malzkörner hohl auf denselben und können deßhalb von der heißen Luft am vollkommensten bestrichen werden.

Für Rauchdarren eignen sich Drahthürden von dieser Construction nicht, weil sie dem Rauche zu viel Durchzug gestatten, wodurch das Malz offenbar zu rauchig werden würde; anderer daraus folgender Unbequemlichkeiten für das Locale und die Arbeiter nicht zu gedenken.

Die Luftmalzdarren haben auch einen Nachtheil, und dieser besteht darin, daß die Wärmeübertragung des Feuers an das Malz nicht unmittelbar, sondern erst mittelbar durch die erwärmte Luft geschieht, so daß dabei wegen der mehren Wärmeübertragungen ein erheblicher Verlust an Wärme Statt findet; allein er ist klein gegen die Vortheile, welche bei dieser Darrmethode erreicht werdeu, so daß dabei dennoch eine beträchtliche Brennstoffersparniß gegen die Anwendung der Rauchdarren erzielt wird. In England wendet man auch Malzdarren an, bei welchen man sich statt der Drahthürden oder Lochplatten von Eisenblech, durchlöcherter Platten von gebranntem Thon bedient, die etwa 10 Zoll im Quadrat haben und auf gußeisene Träger gelagert werden. Die Beschreibung derselben von Wiebe findet man in den Verhandlungen des Gewerbvereins in Preußen 1852, 5. Liefg., so wie in Dingler's Journal Bd. 128, S. 37.

Dort wird die Anwendung dieser Thonplatten für eine Verbesserung ausgegeben. Es scheint aber nicht, daß man sie wirklich für eine solche halten sollte.

Die Dampfdarren sind von zweierlei Art. Entweder sind die Darrhürden nicht durchlöchert und der heiße Dampf streicht unter denselben hin, um sie zu erwärmen — ein Verfahren, welches das fehlerhafteste ist, weil hier das Malz bloß durch Erwärmung mittelst der heißen Darrplatten, aber nicht durch Luftzug gedarrt wird, was die Darrung so sehr verzögert; auch benützt man den von einem Dampfkessel nutzlos in die Atmosphäre strömenden Dampf, um damit die Darrplatten zu erhitzen, wie dieß bei Hochdruckmaschinen Platz greifen kann. Die zweite Art der Dampfdarren hat die gewöhnliche Construction der Luftdarren; nur der Erhitzungs-Apparat für die Luft wird nicht mit freiem Feuer, sondern mit Dampf von gewöhnlicher oder höherer

Spannung, den man darin circuliren läßt, erwärmt und hat demnach eine dazu dienliche Construction. Der dazu erforderliche Dampf wird von einem Dampfkessel geliefert, unter welchem man mit mehr Sicherheit als in einer Heizvorrichtung, die doch manchmal Rauch durchlassen kann, jede Art von Brennstoff zu gebrauchen im Stande ist.

Die Wärmeübertragungen wiederholen sich zwar hier noch öfters als bei den Luftdarren; man gewinnt jedoch die Sicherheit, daß die Luft und das Malz dabei niemals oder nur wenig über den Siedepunct des Wassers erhitzt werden, folglich auch niemals ein Anbrennen des Malzes Statt finden kann und jede Feuersgefahr bei der Malzdarre beseitigt wird. Diese letztern Dampfdarren sind den erstern jedenfalls vorzuziehen.

Je mehr nun eine Malzdarre-Construction den an sie zu stellenden Anforderungen entspricht, als:

a) Verwendung jedweder Art des zu Gebote stehenden Brennstoffes;
b) möglichst vollständige rasche Verbrennung desselben zur Entwickelung der größten Menge Wärme und Erzeugung der höchsten Temperatur;
c) vollkommene Benützung dieser frei gewordenen Wärme zur Erwärmung der äußerlich den Heizofen umgebenden circulirenden Luft;
d) beliebige Regulirung des Luftzuges und der Temperatur der Luft;
e) schnelle Darrung des Malzes durch Erwärmung und Luftzug bei allmählig steigender Temperatur;
f) Erzeugung eines Darrmalzes von tadelloser Beschaffenheit;
g) geringster Brennstoff- und Zeitaufwand dabei;
h) Möglichkeit der Reinigung des unter der Darrhürde befindlichen Raumes zur Entfernung der durchgefallenen Wurzelkeime —

desto mehr ist sie zur allgemeinen Einführung zu empfehlen. Besonders ist Brennstoffsparung bei allen Feuerungsanlagen eine Hauptaufgabe der Gegenwart, und wenn derselbe gerade auch nicht seltener wird — denn der sichtlich zunehmende Abgang des Holzes wird durch die mehr und mehr stattfindende Benützung der Schwarzkohlen-, Braunkohlen- und Torflager gedeckt —, so ist doch so viel gewiß, daß er immer theurer wird.

Alle für diesen Zweck angegebene Constructionen der Malz-

darren hier zu beschreiben, liegt nicht im Plane dieses Werkes, welches vielmehr zum Zwecke hat, die in den zymotechnischen Gewerben vorkommenden Operationen auf Grundsätze zurückzuführen. Nach dem Maßstabe der genannten Grundsätze die Construction der Malzdarren betreffend, wird die Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit derselben abgemessen werden müssen, wozu noch nothwendig ist, den zum Malzdarren erforderlichen Brennstoffaufwand zu bestimmen, was in Folgendem geschehen soll. Die Ausführung der Malzdarren muß den mit hinreichenden physikalischen und chemischen Kenntnissen ausgerüsteten Architecten überlassen bleiben.

Es ist manchmal gut, wenn die Marzdarren so angelegt werden, daß man sie auch mit der vom Brauofen abziehenden Hitze (dem heißen Rauche) heizen kann, weil man dadurch an Brennstoff erspart. Es ist aber allemal ein schlechtes Zeugniß für die Construction des Braupfannenfeuers, wenn von demselben noch so viel Wärme oder der Rauch noch so heiß abzieht, um damit Malz darren zu können.

Für jeden Wiener Metzen zu darrenden Malzes werden mindestens 9 Quadratfuß Darrfläche erfordert.

In neuerer Zeit wendet man auch sogenannte Doppeldarren an, bei welchen in Mannshöhe über der unteren Darrfläche eine zweite angebracht ist. Wenn diese obere Darrfläche bloß als Vordarre benützt wird, und man sie nicht früher mit dem zu trocknenden Malze beschüttet, als bis jenes auf der unteren Darrfläche bereits halb übertrocknet oder halb gedarrt ist, kann daran mit einigem Vortheil Gebrauch gemacht werden. Durch eine in der oberen Darrfläche angebrachte Fallthüre wird dann das Malz von derselben nach Abräumung der unteren Darrfläche auf diese herabgelassen und darauf ausgebreitet. Durch angemessene Erhöhung des Dampfschlottes über der Darre kann man den Luftzug durch dieselbe verstärken, als worauf es hier vorzüglich mit ankömmt. Eine Tropfrinne unter dem Dampfschlott zur Aufsammlung und Ableitung des von den Wänden herabfließenden an derselben kondensirten Wassers wird sich jedenfalls nützlich erweisen.

Brennstoffaufwand beim Malzdarren.

Gewöhnlich wird das Grünmalz wegen Mangel an zureichendem Raum der Schwelch- oder Malzböden in den Brauereigebäuden nicht im lufttrockenen Zustande, sondern schon dann auf die Darre gebracht, wenn es noch einen gewissen Grad der Feuchte besitzt. Dieser Gehalt an Feuchtigkeit (Wasser) ist noch bedeutend und beträgt nach gemachten Wägungen $^1/_3$ vom Gewichte des Grünmalzes oder $^1/_2$ vom Gewichte des gewonnenen Darrmalzes. Beim Einquellen nehmen nähmlich 100 ℔ Gerste beiläufig 50 ℔ Wasser auf, so daß die gequellte Gerste 150 ℔ wiegt. Beim Keimen auf der Wachstenne und bei der weitern Behandlung daselbst verdampfen daraus circa 30 ℔ Wasser, und es bleiben 120 ℔ Grünmalz übrig, welches gedarrt 80 ℔ wiegt; daher geben auch 150 ℔ dieses Grünmalzes 100 ℔ Darrmalz. Diesen Feuchtigkeitsgehalt des Grünmalzes zur Basis genommen, läßt sich leicht berechnen, wie viel Pfunde Holz, z. B. zum Trocknen und Darren von 150 ℔ Grünmalz, welche 100 ℔ Darrmalz liefern, erforderlich sind. Es sind daraus 50 ℔ Wasser zu verdampfen. 1 ℔ lufttrockenes Holz verdampft bei seiner Verbrennung 4 ℔ Wasser, folglich erfordern 50 ℔ Wasser $12^1/_2$ ℔ Holz zur Verdampfung; allein dieses Malzquantum muß noch zuletzt zu dem erforderlichen Darrungsgrade von höchstens 60° R. Temperatur erhitzt werden, wozu ein weiterer Brennstoffaufwand nöthig ist. 100 ℔ Darrmalz werden repräsentirt bezüglich seiner Wärme-Capacität von 42 ℔ Wasser. Um diese bis 60° R. Temperatur zu erhitzen, werden noch $1^1/_4$ ℔ lufttrockenes Holz erfordert; daher der berechnete, absolut nothwendige Holzaufwand zur Erzeugung von 100 ℔ Darrmalz $12^1/_2 + 1^1/_4 = 13^3/_4$ ℔ Holz beträgt. Damit kann jedoch in der Praxis nicht ausgelangt werden. Bei einer jeden Heizung finden nämlich Wärmeverluste Statt; die Heizvorrichtung nimmt einen Theil davon auf, bis sie sich zur erforderlichen Temperatur erwärmt; einen andern Theil der Wärme verschluckt die Darrvorrichtung, das Mauerwerk derselben; noch ein Antheil der Wärme wird von der Darre an die sie umgebende Luft abgegeben. Diese Wärmeverluste sind um so größer, je öfter die Darre auskühlt und wieder angeheizt werden muß; daher eine ununterbrochene Benützung derselben (wie aller Heizvorrichtungen, auch der Braupfannen) sehr vortheilhaft ist und immer eine Brennstoffersparniß gewährt.

Ein weiterer und vielleicht der bedeutendste Mehraufwand an Brennstoff wird dadurch bedingt, daß bei dem gemeinen Umgehen damit das Brennmateriale nicht mit seiner vollen Wirkung verbrennt, und dabei weder jene Quantität Wärme liefert, noch die Wärme-Intensität erzeugt, welche es bei zweckmäßig vorgenommener Verbrennung hervorbringen kann.

Wegen dieser mannichfaltigen und nahmhaften Wärmeverluste, die theilweise unvermeidlich sind und nicht wohl in Rechnung gebracht werden können, weil der Maßstab zur Bemessung derselben fehlt, findet in der Praxis wenigstens der doppelte Brennstoffaufwand gegen den berechneten Statt, wornach zur Erzeugung von 100 ℔ Darrmalz $13^3/_4 \times 2 = 27^1/_2$ ℔ lufttrockenes Holz erforderlich sind. Diesem Brennstoffaufwande zum Darren des Malzes wird man sich bei guten Constructionen der Malzdarren und bei zweckmäßigen Verfahrungsweisen mehr und mehr nähern können. Unter ungünstigern — den gewöhnlichen — Umständen ist der erforderliche Brennstoffaufwand immer bedeutend größer und beträgt ein Vielfaches des oben berechneten.

Da 1 Metzen Malz im Mittel 50 ℔ wiegt, so sind zur Gewinnung von $112^1/_2$ Metzen Darrmalz (aus 100 Metzen Gerste) 1546 ℔ Holz erforderlich, was, da 1 Klafter weiches Holz von 30 Zoll Scheiterlänge circa 1650 ℔ wiegt, 0.937 einer Klafter, oder nahe 1 Klafter dieses Holzes austrägt.

Der wirkliche Holzaufwand zum Darren des Malzes ist in den Brauereien nicht ganz gleich, bald kleiner, bald größer, je nach dem Feuchtigkeitszustande des auf die Darre gebrachten Malzes, nach der Construction der angewandten Malzdarren und nach der Sorgfalt des Bierbrauers, womit er diese wichtige Operation leitet und überwacht. In Böhmen sind zum Darren des Malzes von 100 Metzen Gerste gewöhnlich 2 Klafter weiches Holz von 30 Zoll Scheiterlänge erforderlich und von den Obrigkeiten bewilligt. Die dabei gebrauchten Malzdarren sind noch meistens die Sattelrauchdarren von Paupie, doch finden die Luftmalzdarren immer mehr Verbreitung. Man sieht bei Vergleichung, daß sich von diesem Holzaufwande bei 50 pCt. (die Hälfte) ersparen läßt. In der That gibt es Luftmalzdarren bei denen man sich der Zweckmäßigkeit ihrer Construction wegen diesem berechneten Aufwande schon ziemlich genähert hat.

Die Schupp'schen Luftmalzdarren mit Drahthürden ent-

sprechen größtentheils dieser Brennstoffersparniß und den für gute Malzdarren aufgestellten Bedingungen.

Es hat sich bis jetzt nicht ergeben, daß Bier aus Malz erzeugt, welches auf Rauchdarren gedarrt worden, haltbarer sei, als das aus Malz auf Luftdarren gedarrt, wie Paupie glaubt; im Gegentheile rühmt man das letztere Bier durchgehends als wohl- und reinschmeckender.

Reinigung und Aufbewahrung des Darrmalzes.

Bei dem Darren des Malzes trocknen auch die Wurzelkeime ab; sie schrumpfen zusammen, nehmen statt der weißen eine gelbbräunliche Farbe an, werden spröde und brechen theilweise schon bei dem Wenden des trocknenden Malzes auf der Darre ab, wobei sie durch die kleinen Löcher der Darrplatten oder durch die Zwischenräume der Drahthürden hindurchfallen. Sie müssen daher von da jedesmal hinweggenommen werden; denn sonst werden sie daselbst wegen zu starker Erhitzung verkohlt, entwickeln stinkenden Rauch, welcher sich dem Malze auf der Darre mittheilt, und können selbst auch (bei Rauchdarren) entzündet und feuergefährlich werden. Diese trockenen Malzkeime besitzen einen unangenehmen, bitterlichen Geschmack und müssen daher von dem Darrmalze vor seiner Anwendung zum Bierbrauen vollkommen abgesondert werden, damit durch sie dem Biere kein übler Geschmack ertheilt werde.

Man wirft das gedarrte Malz von der Darre auf den mit Ziegeln ebengepflasterten Boden des Darrlocals herab, breitet es hier aus, damit es vorerst abkühle, und tritt es dann mit Holzschuhen, wobei durch die Reibung der Malzkörner an einander die spröden, zarten Wurzelkeime abbrechen, worauf sie mittelst einer Getreidefege durch Siebe oder durch das Werfen von den Malzkörnern abgesondert werden. Die practischen Bierbrauer nennen diese Malzkeime auch Malzblüthe. Im frischen Zustande wirken diese Wurzelkeime unter den dazu erforderlichen Umständen zuckerbildend auf das Kartoffel-Stärkmehl. Die trockenen und gedarrten Malzkeime besitzen eine solche Wirkung nur im mindern Grade. Zur Biererzeugung nutzbare Substanz ist

darin nicht enthalten. Sie werden als Viehfutter (für Schweine) verwendet. Ihr Gewicht beträgt circa 3 pCt. von dem der Gerste.

Entweder geschieht dieses Fegen (Reutern) des Malzes gleich nach dem Darren oder erst vor der Verwendung des Malzes. Es ist auch im ersten Falle gut, wenn es vor der Verwendung wiederholt wird. In Belgien werden die Malzkeime von dem Malze nicht abgesondert.

Obwohl das Malz sehr häufig in kurzer Zeit und oft sogleich (in dringenden Fällen) nach seiner Erzeugung zur Bierbrauerei verwendet wird, so ist es doch vortheilhaft, es nie sogleich zu verarbeiten, sondern es erst einige Wochen oder Monate abliegen zu lassen, jedoch mit der Vorsicht, es nicht in zu hohe Haufen zu bringen und öfters zu wenden, da es sich sonst leicht im Innern des Haufens erhitzt und entmischt. Als ein poröser Körper zieht es nämlich Feuchte aus der Luft an; es nimmt daher bei längerem Liegen an absolutem Gewichte (Wasser) zu und soll sich mit der Zeit merklich verbessern. Frisch gedarrtes Malz soll nämlich ein sich schwieriger klärendes Bier liefern.

Man hat durch Erfahrung gefunden, daß ein gut getrocknetes Luftmalz und ein mäßig gedarrtes Malz an trockenen Orten in hohen, pyramidalen, langen Haufen, durch welche die Luft hindurchwirken kann, sich über zwei Jahre aufbewahren läßt, ohne dadurch an Güte zu verlieren; man hat selbst dreijähriges Malz dieser Art nicht verändert gefunden; über jene Zeit hinaus liegen jedoch darüber keine directe Erfahrungen vor. Dieser Umstand ist sehr wichtig in Bezug auf den ökonomischen Betrieb einer Brauerei; denn man kann zur Zeit, wenn die Gerste — die sich, ohne ihre Keimkraft zu schwächen, nicht mehre Jahre aufbewahren läßt — wohlfeil ist, größere Vorräthe von Malz beischaffen. Stark gedarrtes, sogenanntes braunes Malz läßt sich aber nicht so lange aufbewahren, ohne in seiner Qualität wesentlich zu leiden; es bildet sich darin eine scharfe Substanz aus, die dem Biere einen unangenehmen, scharfen Geschmack ertheilt und es zum Verderben disponirt.

Die Aufbewahrung des Malzes geschieht am besten auf trockenen, luftigen Böden, oder auch in eigenen Malzkasten.

Das Schroten des Malzes.

Um die auflöslichen Bestandtheile aus dem mehligen Korn des Malzes im Wasser auflösen, das darin befindliche Stärkmehl in Gummi und Zucker umwandeln und so aus dem Malze die süße, gährungsfähige Würze bereiten zu können, ist es nothwendig, das mehlige Korn von der schützenden Hülle der Hülse zu trennen, die Hülse durch Zerreißen zu öffnen und dadurch dasselbe der Einwirkung des warmen, zur Extraction verwendeten Wassers bloßzulegen. Dieß geschieht durch Zerkleinerung der Malzkörner — eine Operation, welche man das Schroten nennt. Es kann auf mehrfache Weise verrichtet werden, und bezweckt

a) ein Zerreißen der Hülse und

b) eine Zerkleinerung des mehligen Korns, um es zur vollständigen Auflösung bringen zu können.

Die gewöhnlichsten Methoden, das Malz zu schroten, sind:

1) Das Quetschen mittelst eigener Quetschwalzwerke mit glatten Walzen. Nur Darrmalz läßt sich damit gut schroten; aber eben für dieses Malz ist das Schroten durch Quetschen allen andern Methoden vorzuziehen. Grünmalz muß ebenfalls durch Quetschen zerkleinert werden.

2) Das Schroten auf gewöhnlichen Mahlmühlen. Auf diesen können alle trockenen Malzsorten geschroten werden.

Die Quetschwalzmühlen, welche sich mit Recht immer mehr und mehr verbreiten, werden entweder, wenn sie klein sind, mit Menschenkraft, wenn sie größer sind, mit Thier-, Wasser- oder Dampfkraft betrieben. Die Walzen, welche von Gußeisen sind, lassen sich mittelst Stellschrauben nähern oder entfernen, und dadurch feineres oder gröberes Malzschrot erzeugen. Ihre Construction ist sehr einfach; sie lassen sich, da sie wenig Raum einnehmen, in einem kleinen Locale der Brauerei aufstellen; sie zerreißen die Hülse und zerdrücken das mehlige Korn zu Mehl, was verlangt wird, und erfordern keine Vorbereitung des Darrmalzes durch Sprengen mit Wasser, ja sie verbieten dasselbe sogar. Das Malz muß nämlich spröde und mürbe bleiben, wenn es zwischen den Quetschwalzen gut geschroten werden soll. — Entweder bewegen sich die Walzen mit gleicher oder mit ungleicher Geschwindigkeit gegen einander, in welch letzterem Falle sie mit Zahnrädern von ungleichem Durchmesser verkuppelt sind.

Das Korn wird dadurch nicht nur zerdrückt, sondern auch zerrieben oder zerrissen; es ist dieß aber nicht gerade nothwendig.

Die Vortheile, welche das Malzschroten mittelst Quetschwalzwerken gewährt, sind folgende:

1) Das Schroten wird auf die zweckmäßigste Weise verrichtet.

2) Man erspart dabei das Netzen des Darrmalzes.

3) Ein Handquetschwerk läßt sich in jeder kleinern Brauerei aufstellen. da es nur ein kleines Locale erfordert. In größern Brauereien wird dazu zwar eine größere Maschine, daher auch eine stärkere Betriebskraft erfordert, aber überall läßt sich eine solche im kleinen Raume aufstellen. Ein Ochsen- oder Pferde-Göpel würde auch für eine große Brauerei keine bedeutende Ausgabe verursachen. In mehren Brauereien hat man dazu Zugmühlen.

4) Das Einsacken, der oft weite Transport zur Mühle und zurück werden dadurch erspart.

5) Das Schroten kann unter persönlicher Aufsicht des Brauers verrichtet und einer jeden Entwendung von Malz und Malzschrot um so sicherer vorgebeugt werden.

6) Die Arbeit beim Quetschen ist nur gering und kann in allen Brauereien von dem gewöhnlichen Braupersonale verrichtet werden.

7) Auch die Kosten des Malzschrotens werden dabei bedeutend verringert, und man macht sich dadurch von Zufälligkeiten, z. B. vom Wassermangel bei der Mühle, unabhängig.

Die allgemeine Einführung solcher Walzenquetschmühlen zum Malzschroten kann daher nicht dringend genug empfohlen werden, und überall, wo sie bereits bestehen, hat man sich von ihrer Nützlichkeit vollkommen überzeugt. In England sind sie ganz allgemein, in Teutschland, selbst in Galizien und hier und da in Böhmen finden derlei Quetschmühlen schon Anwendung und immer mehr Verbreitung. Zwei Männer quetschen in 1 Stunde 6 bis 8 Metzen Darrmalz.

Eine kleinere derlei Handquetschmühle kostet gegenwärtig hier in Prag 110 bis 120 Gulden C. M.

Das Schroten des Malzes auf den gewöhnlichen Mahlmühlen ist das bei uns bis jetzt noch gebräuchlichste. Da aber das Darrmalz spröde ist und die Hülse zwischen den Mühlsteinen leicht zu sehr zerkleinert werden könnte, so muß sie zuvor

zäher gemacht werden, was durch mäßiges, oberflächiges Befeuchten des Malzes mit Wasser geschieht — eine Operation, welche man das Einsprengen, Netzen nennt. Zu dem Behufe wird das Malz in lange, schmale, oben etwas rinnenförmig vertiefte Haufen gebracht und etwa 24 bis 36 Stunden — je nach der Jahreszeit — vor dem Schroten eingesprengt, indem zwei zu beiden Seiten vorangehende Arbeiter das Malz umschaufeln, während ein dritter, der ihnen nachgeht, das Einsprengen mit Wasser mittelst einer Gießkanne verrichtet. Dieß wird von einem Ende des Haufens zum andern mehrmals wiederholt. Dann bringt man das Malz auf einen flachen Haufen, den man noch öfters umschaufelt, um das Malz gleichmäßig feucht zu machen, und zuletzt auf einen größern Haufen, um es abstehen zu lassen. Die Wärme in dem Haufen dabei steigen zu lassen, wie Einige thun, ist nicht nothwendig und bringt keinen Nutzen. Fünf Maß gutes Darrmalz geben 6 Maß eingesprengtes, abgestandenes Malz. In Baiern nimmt das Steuergesetz an, daß 6 Scheffel Darrmalz 7 Scheffel abgestandenes Malz geben. Dieß hängt vorzüglich von der Menge Wasser ab, die man zum Einsprengen verwendet und wodurch die Malzkörner mehr oder weniger aufgequellt werden.

Auf 100 ℔ Darrmalz werden, je nach seinem Darrungsgrade, 5 bis 10 ℔ Wasser zum Einsprengen verwendet. Es ist gut, dazu Wasser von gemäßigter Temperatur anzuwenden. Es wird das Malz im Sommer kühlen, im Winter vor Frost schützen. Man pflegt anzugeben, daß das Malzschrot durch das Einsprengen lockerer werde, daß es dadurch das Eindringen des Wassers beim Einmeischen erleichtere, die Extraction befördere und zur Klärung der Würze beitrage; allein nicht eingesprengtes, auf Quetschmühlen geschrotenes Malz verhält sich ebenso; im Gegentheil kann das Malz durch ein zu reichliches Netzen leicht verderben. Solches Malz wird in der Mühle schmierig, erhitzt sich durch die Reibung zwischen den Mühlsteinen, das mehlige Korn (Diastas) leidet Schaden, im Sommer erhält man davon leicht ein trübes, saures Bier.

Das eingesprengte Malz darf auch nicht zu lange liegen bleiben, wenn seine Qualität nicht gefährdet werden soll.

Beim Schroten auf den Mühlen hat man zu beachten:

1) Daß der Mühlstein nur mit dem großen Strichel geschärft werde.

2) Man muß nicht zu viel Malz auf einmal zwischen die Mühlsteine laufen lassen, sondern diese sollen kalt und luftig gehen.

3) Alle Körner sollen geschroten werden und keines ganz bleiben. Es schadet durchaus nicht, wenn deßhalb das Schrot etwas feiner ausfällt. Es liefert dennoch eine klare Würze, die von den Trebern leicht, schnell und vollkommen abfließt. So fein wie für Branntweinbrennereien darf es aber nicht geschroten werden. Das mehlige Korn kann zu Mehl vermahlen sein, wenn nur die durch das Einsprengen zähe gemachte Hülse nicht zu sehr zerkleinert wird.

4) Man sehe darauf, daß in der Mühle weder von dem Malze noch von dem Malzschrote etwas abhanden komme. Um dieß zu erkennen, ist es gut, das Malz vor dem Schroten und hernach das Schrot zu wägen und das Gewicht beider mit einander zu vergleichen. Auch das Malzschrot, welches sich nach Beendigung des Schrotens noch hinter dem untern Mühlstein befindet, muß gesammelt und der Schrotmasse zugefügt werden. Auf jeden Metzen Malz kann man $1^1/_2$ ℔ (3 pCt. vom Gewichte) auf's Verstauben und Abtrocknen beim Mahlen rechnen.

Um alle diese Übelstände zu vermeiden, und um sicher zu sein, daß durch Nachlässigkeit und Untreue das Malz in Bezug auf Qualität und Quantität beim Schroten nicht Schaden leide, ist es gut, derlei Schrotmühlen im Locale der Brauerei — am besten die genannten Malzquetschmühlen — zu besitzen.

Nach dem Schroten muß man das Malz auskühlen lassen, ehe es in Säcke gefüllt und in die Brauerei verführt werden soll. Wird es nicht sogleich eingemeischt, so muß es auf einem gedielten Boden ausgebreitet werden, wobei es allenfalls aus der Luft noch etwas Wasser anzieht. In England hält man es für zweckmäßig, das Malzschrot einige Tage lang auszubreiten, damit es reif werde; es lasse sich dann besser meischen, vollständiger ausziehen und liefere vermeintlich eine stärkere Würze.

An einigen Orten wird das Malz vor dem Schroten auf Mühlen gar nicht genetzt.

Drei Metzen Malz geben etwa 4 Metzen Schrot, oder 4 Metzen Malz 5 Metzen Schrot. Es hängt dieß vorzüglich vor der Feinheit des Schrotens ab.

In Baiern ist bei der Biererzeugung die Malzsteuer eingeführt.

Alles Getreide, welches gemalzt (wohl auch das nicht ge-

malzte?) und zur Erzeugung von Bier welcher Art immer, von Branntwein, Essig oder Hefe verwendet wird, unterliegt der Besteuerung, dem Malzaufschlag.

Steuerpflichtig sind alle jene, welche Malz zur Erzeugung der obigen Producte verwenden.

Das Schroten des Malzes geschieht in königlichen oder verpflichteten Mühlen unter Aufsicht und Controle der Steuer-Beamten.

Von einem baierischen Scheffel (3.626 W. Metzen) eingesprengten Malzes werden 5 Gulden Reichswährung (4 fl. 10 kr. C. M.) Malzaufschlag bezahlt.

Der Scheffel trockenes Malz zahlt 5 fl. 50 kr. Zur Sicherung des Publicums ist eine Brau- und Schankordnung gesetzlich eingeführt, so wie eine Bierbeschau (Bieruntersuchung) angeordnet, von welchen beiden später umständlicher die Rede sein wird. Indessen ist einleuchtend, daß dieses Verfahren allein nicht genügt, die Steuerbehörde vor Bevortheilungen zu sichern, und daß demnach noch weitere Überwachungs- und Controls-Maßregeln, das Braugewerbe betreffend, in Anwendung gebracht werden müssen.

Prüfung des Malzes.

Das absolute Gewicht der Maßeinheit so wie die specifische Schwere des Malzes entscheiden zwar über dessen Qualität ziemlich genau; da aber das Malz beim längern Aufbewahren mehr oder weniger Wasser anzieht und dadurch, ohne merklich an Volumen zuzunehmen, schwerer wird, so ist eine solche Bestimmung dennoch trüglich.

Am genauesten erfährt man die Qualität des Malzes, wenn man bestimmt, wie viel Procente Extract das Malz zu liefern im Stande ist, und wenn man dabei zugleich beobachtet, wie sich dasselbe beim Meischen verhält.

Zu dem Ende dient folgendes einfache Verfahren:

Zehn Loth des zu prüfenden Malzes werden geschroten (gequetscht oder zerstoßen), in 43⅓ Loth Wasser eingerührt und damit in einem beliebigen Geschirr steigend und unter Umrühren bis 60° R. erhitzt, worauf man das Gefäß bedeckt eine Stunde stehen läßt. Alles Nutzbare aus dem Malze ist nun in Auflösung

übergegangen. Klärt sich dabei die Flüssigkeit gut, setzen sich die Treber schnell und vollkommen ab, sieht die Flüssigkeit an der Oberfläche dunkel oder schwarz aus, so ist dieß ein Zeichen, daß das Malz gut gekeimt hat und sich auch gut einmeischen wird. Über die Ausbeute an Extract aus demselben entscheidet die Concentration der Würze. Um diese zu ermitteln, nimmt man von der obern klaren Würze so viel ab, als zur Füllung eines Senkglases nothwendig ist, läßt sie darin auf 14° R. Temperatur abkühlen und prüft sie nun mittelst eines genau construirten Sacharometers auf ihre Concentration. Die Meische wiegt zusammen 53¹/₃ Loth. Davon sind 50 Loth Würze und 3¹/₃ Loth trockene Treber. Wenn nun das Sacharometer in der Würze einen Extractgehalt von 12 pCt. anzeigt, so sind in 50 Loth derselben 6 Loth Extract enthalten, die aus 10 Loth Darrmalz stammen. Wenn 10 Loth dieses Malzes 6 Loth Extract geben, so liefern 100 ℔ Malz 60 ℔ Extract; ein solches Malz ist ein gutes. Zeigt die Würze am Sacharometer nur 11 pCt., so sind in 50 Loth derselben nur 5¹/₂ Loth, und 100 ℔ Malz geben nur 55 ℔ Extract; ein derlei Malz ist von schlechterer, d. h. minder ausgiebiger Qualität. Man kann sich an dem Sacharometer leicht die Skala so eintheilen und die Mengenverhältnisse zwischen Malz und Wasser so bestimmen, daß das Instrument unmittelbar die Procente Extract anzeigt, welche das Malz liefert.

übergegangen. Klärt sich dabei die Flüssigkeit gut, setzen sich die Treber schnell und vollkommen ab, sieht die Flüssigkeit an der Oberfläche dunkel oder schwarz aus, so ist dieß ein Zeichen, daß das Malz gut gekeimt hat und sich auch gut einmeischen wird. Über die Ausbeute an Extract aus demselben entscheidet die Concentration der Würze. Um diese zu ermitteln, nimmt man von der obern klaren Würze so viel ab, als zur Füllung eines Centglases nothwendig ist, läßt sie darin auf 14° R. Temperatur abkühlen und prüft sie nun mittelst eines genau construirten Sacharometers auf ihre Concentration. Die Meische wiegt zusammen 53 $\frac{1}{3}$ Loth. Davon sind 50 Loth Würze und 3 $\frac{1}{3}$ Loth trockene Treber. Wenn nun das Sacharometer in der Würze einen Extractgehalt von 12 pCt. anzeigt, so sind in 50 Loth derselben 6 Loth Extract enthalten, die aus 10 Loth Darrmalz stammen. Wenn 10 Loth dieses Malzes 6 Loth Extract geben, so liefern 100 ℔ Malz 60 ℔ Extract; ein solches Malz ist ein gutes. Zeigt die Würze am Sacharometer nur 11 pCt., so sind in 50 Loth derselben nur 5 $\frac{1}{2}$ Loth, und 100 ℔ Malz geben nur 55 ℔ Extract; ein derlei Malz ist von schlechterer, d. h. minder ausgiebiger Qualität. Man kann sich an dem Sacharometer leicht die Scala so eintheilen und die Mengenverhältnisse zwischen Malz und Wasser so bestimmen, daß das Instrument unmittelbar die Procente Extract anzeigt, welche das Malz liefert.

Tabelle X.

zur Bestimmung der Gehalte an Stärkmehl und Trockensubstanz in den Kartoffeln nach ihrer spezifischen Schwere.

Spezifische Schwere	Gehalt an		Spezifische Schwere	Gehalt an	
	Stärkmehl	Trocken-substanz		Stärkmehl	Trocken-substanz
1,060	9,54	16,96	96	17,75	25,42
61	9,76	17,18	97	17,99	25,66
62	9,98	17,41	98	18,23	25,91
63	10,20	17,64	99	18,46	26,15
64	10,42	17,87	1,100	18,70	26,40
1,065	10,65	18,10	1	18,93	26,64
66	10,87	18,33	2	19,17	26,88
67	11,09	18,56	3	19,41	27,13
68	11,32	18,79	4	19,65	27,37
69	11,54	19,02	1,105	19,89	27,62
1,070	11,77	19,26	6	20,13	27,86
71	11,99	19,49	7	20,37	28,11
72	12,22	19,72	8	20,61	28,36
73	12,45	19,95	9	20,85	28,61
74	12,67	20,18	1,110	21,09	28,86
1,075	12,90	20,42	11	21,33	29,10
76	13,12	20,65	12	21,57	29,35
77	13,35	20,89	13	21,81	29,60
78	13,58	21,13	12	22,05	29,85
79	13,81	21,36	1,115	22,30	30,10
1,080	14,04	21,60	16	22,54	30,35
81	14,27	21,83	17	22,78	30,60
82	14,50	22,07	18	23,03	30,85
83	14,73	22,31	19	23,27	31,10
84	14,96	22,54	1,120	23,52	31,36
1,085	15,19	22,78	21	23,76	31,61
86	15,42	23,02	22	24,01	31,86
87	15,65	23,26	23	24,25	32,11
88	15.88	23,50	24	24,50	32,36
89	16,11	23,74	1,125	24,75	32,62
1,090	16,35	23,98	26	24,99	32,87
91	16,58	24,22	27	25,24	33,13
92	16,81	24,46	28	25,49	33,38
93	17,05	24,70	29	25,74	33,64
94	17,28	24,94	1,130	25,99	33,90
1,095	17,52	25,18	31	26,24	34,16

Tabelle XI.

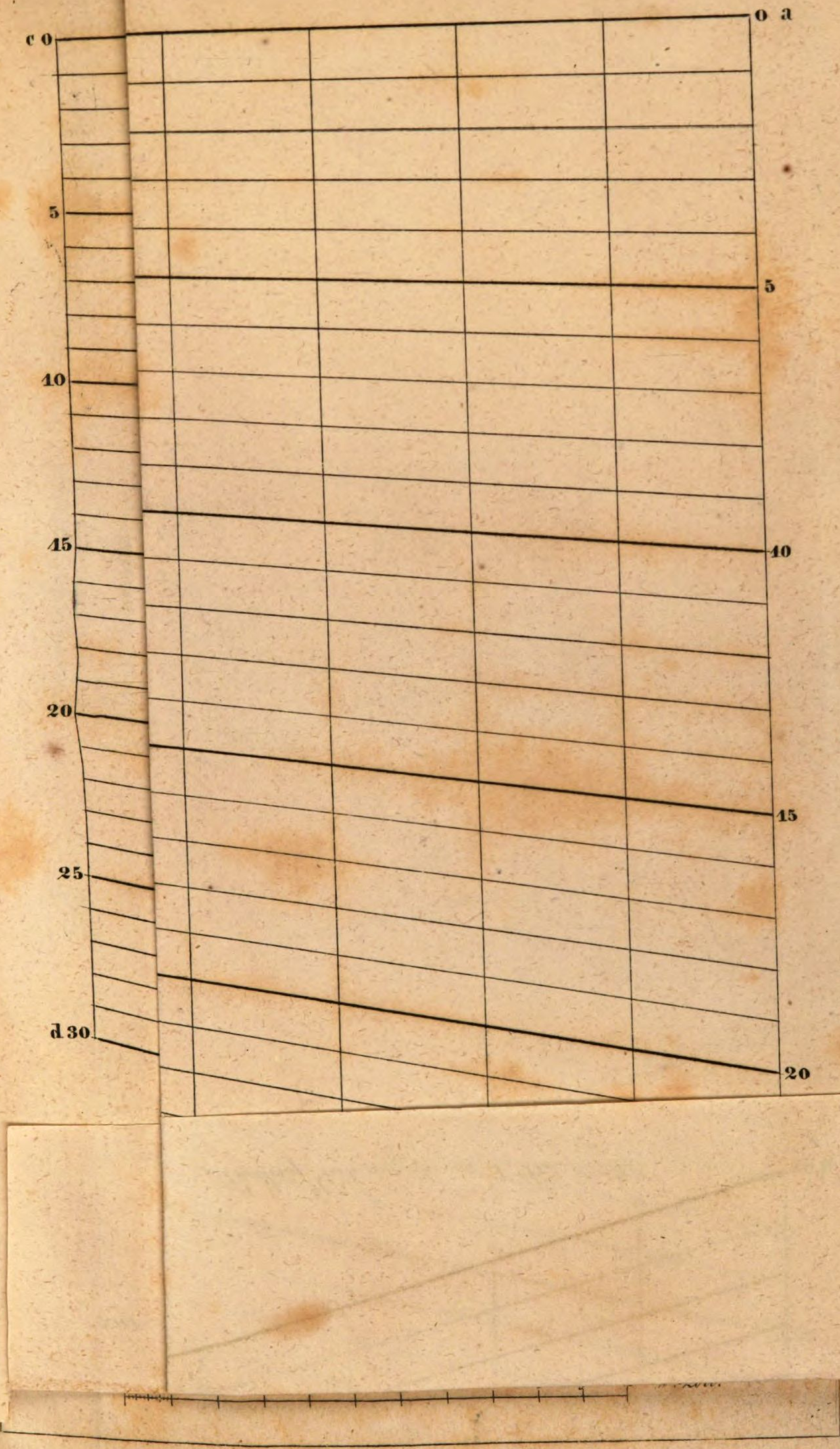
zur Bestimmung des Gehalts an Stärkmehl und Trockensubstanz in den Kartoffeln, nach dem absoluten Gewichte von je 10 Pfd. Kartoffeln im Wasser.

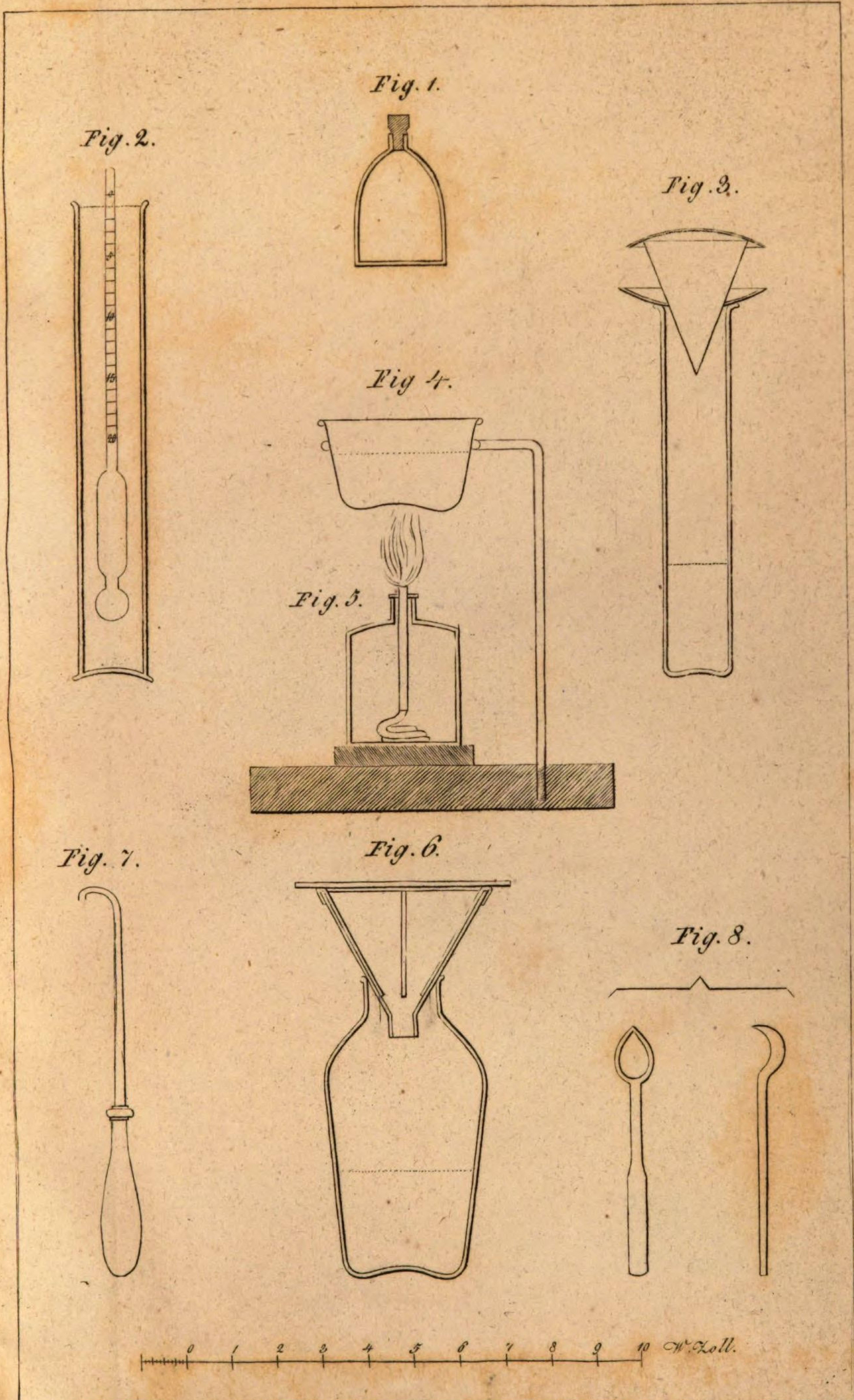
Gewicht von je 10 Pfd. Kartoffeln im Wasser.			Gehalt an		Gewicht von je 10 Pfd. Kartoffeln im Wasser.			Entsprechender Gehalt an	
			Stärkmehl	Trockensubstanz				Stärkmehl	Trockensubstanz
Pfd.	Lth.	Qt.			Pfd.	Lth.	Qt.		
1	5	—	26.17	34.08	—	27	1	17.07	24.72
1	4	3	25.92	33.83	—	27	—	16.85	24.49
1	4	2	25.67	33.58	—	26	3	16.63	24.27
1	4	1	25.43	33.32	—	26	2	16.41	24.04
1	4	—	25.18	33.07	—	26	1	16.20	23.82
1	3	3	24.94	32.82	—	26	—	15.98	23.60
1	3	2	24.69	32.56	—	25	3	15.77	23.38
1	3	1	24.45	32.31	—	25	2	15.55	23.16
1	3	—	24.20	32.06	—	25	1	15.34	22.94
1	2	3	23.96	31.81	—	25	—	15.12	22.72
1	2	2	23.72	31.57	—	24	3	14.91	22.50
1	2	1	23.48	31.32	—	24	2	14.70	22.28
1	2	—	23.24	31.07	—	24	1	14.49	22.07
1	1	3	23.00	30.83	—	24	—	14.28	21.85
1	1	2	22.76	30.58	—	23	3	14.07	21.64
1	1	1	22.53	30.34	—	23	2	13.87	21.42
1	1	—	22.29	30.10	—	23	1	13.66	21.21
1	—	3	22.06	29.85	—	23	—	13.45	20.99
1	—	2	21.82	29.61	—	22	3	13.24	20.78
1	—	1	21.59	29.37	—	22	2	13.04	20.57
1	—	—	21.35	29.13	—	22	1	13.83	20.36
—	31	3	21.12	28.89	—	22	—	12.63	20.15
—	31	2	20.89	28.65	—	21	3	12.41	19.94
—	31	1	20.66	2S.41	—	21	2	12.22	19.73
—	31	—	20.43	28.18	—	21	1	12.02	19.52
—	30	3	20.20	27.94	—	21	—	11.82	19.31
—	30	2	19.97	27.71	—	20	3	11.62	19.10
—	30	1	19.74	27.47	—	20	2	11.42	18.89
—	30	—	19.51	27.24	—	20	1	11.22	18.69
—	29	3	19.29	27.00	—	20	—	11.02	18.48
—	29	2	19.06	26.77	—	19	3	10.82	18.28
—	29	1	18.84	26.54	—	19	2	10.62	18.07
—	29	—	18.61	26.31	—	19	1	10.42	17.87
—	28	3	18.39	26.08	—	19	—	10.23	17.67
—	28	2	18.17	25.85	—	18	3	10.03	17.47
—	28	1	17.95	25.62	—	18	2	9.84	17.27
—	28	—	17.72	25.40	—	18	1	9.64	17.07
—	27	3	17.50	25.17	—	18	—	9.45	16.87
—	27	2	17.28	24.94					

Druckfehler.


Seite	30	Zeile	10	von unten	lies: angegebenen statt angebebenen.
„	34	„	14	„ „	soll die Proportion lauten: $18 : 100 = 75 : x.$ statt: $18 : : 100 = 75 : x.$
„	51	„	4	„ „	lies: Wärmeleitung statt Wärmleitung.
„	100	„	20	„ „	„ 53.333 statt 53 331
„	109	„	1	„ oben	„ VI statt IV.
„	109	„	14	„ unten	„ VIII statt V.
„	116	„	5	„ oben	„ geringen statt des Verdruckten.
„	201	„	3	„ „	„ $q = 1\ 220$ statt $q = 1.200$.
„	202	„	16	„ „	„ $\frac{A}{A} = \frac{(p - m)\ a}{(p - n)\ b}$ statt der dort stehenden Gleichung.
„	205	„	16	„ unten	„ jener statt jenen.
„	233	„	6	„ „	„ 335 statt 325.
„	287	„	8/9	„ „	die Anmerkung (Zucker und Bitterstoff) gehört zu Zeile 6 von unten.
„	305	„	18	„ „	lies: als der des Stärkmehlgehaltes statt als der Stärkmehlgehalt.
„	305	„	4	„ „	„ gefolgert statt erfolgert.
„	367	„	10	„ „	„ davon statt daran.

Tafel I. Seite 27.




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
W. Zoll.

Tafel II.



Balling, Carl Joseph Napoleon,

Die Branntweinbrennerei wissenschaftlich begründet und practisch dargestellt

Bd.: 1

Prag 1854